idem

BERNARD D'ESPAGNAT

À la recherche du réel

Présenté par Étienne Klein

DUNOD

La première édition française de cet ouvrage a été publiée
en 1979 par Gauthier-Villars.

Illustration de couverture : © stokkete – Fotolia.com

© Dunod, Paris, 2015
© 2e édition, Bordas, Paris, 1981
© Gauthier-Villars, Paris, 1979

Dunod, 5 rue Laromiguière, 75005 Paris
www.dunod.com
ISBN 978-2-10-072803-9

Le Code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes de l'article L. 122-5, 2° et 3° a), d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (art. L. 122-4).
Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles L. 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.

Présentation d'Étienne Klein

Certains livres ont une puissance destinale. En 1979, alors que j'étais étudiant, un ami m'offrit *À la recherche du réel*, qui venait de paraître. Je le dévorai aussitôt en annotant chacune de ses pages et en soulignant presqu'une phrase sur deux. Bernard d'Espagnat y abordait la question du « réel », défendant l'idée qu'il serait intellectuellement discutable et philosophiquement fautif de prétendre la traiter sans tenir compte des leçons de la physique quantique, à ses yeux révolutionnaires.

Bien sûr, c'est autour de la controverse entre Albert Einstein et Niels Bohr, dont j'entendais parler pour la première fois, que tournait son propos : qu'est-ce que la physique quantique, qui semble si bien fonctionner, nous permet de dire du monde ? Est-elle un aboutissement, ou simplement une étape décisive de l'évolution de la physique, une étape décisive mais dépassable ?

Chacun sait que le père de la relativité considérait que la théorie quantique était une théorie ingénieuse, et qu'il louait sans la moindre réserve son efficacité opératoire et sa portée pratique. Mais, selon

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

lui, une théorie physique ne devait pas être jugée à l'aune de sa seule efficacité : elle devait également dépeindre les structures intimes du réel, tel qu'il existe indépendamment de nous. Or à ses yeux, la physique quantique ne faisait pas bien cela.

De son côté, Bohr répugnait à considérer qu'il existât une réalité indépendante de l'appareil de mesure, car il lui semblait impossible d'obtenir une séparation nette entre le comportement des particules et leur interaction avec les appareils qui déterminent leurs conditions d'existence. De sorte que, selon lui, ce qu'une théorie physique peut prétendre décrire, ce sont seulement des phénomènes incluant dans leur définition le contexte expérimental qui les rend manifestes, et non une réalité prétendument objective.

On connaît la suite palpitante de l'histoire : le lumineux article EPR de 1935, la réponse immédiate et confuse de Niels Bohr, la longue indifférence des physiciens (on se moquait bien que la théorie quantique fût « complète » ou dissimulât des « variables cachées », puisque ses prévisions ne cessaient d'être vérifiées avec une démoniaque précision), le coup d'éclat théorique de John Bell en 1964, et enfin, deux ans après la publication du livre À la recherche du réel, l'expérience d'Alain Aspect et de ses collègues démontrant qu'il faut renoncer à interpréter la physique quantique dans le sens des idées d'Einstein. Ce que Bernard d'Espagnat semblait déjà savoir lorsqu'il écrivit son livre, notamment le fameux chapitre quatre !

Je compris grâce à cet ouvrage qu'il existe des situations dans lesquelles la physique permet de faire des « découvertes philosophiques négatives », pour reprendre l'expression du philosophe Maurice Merleau-Ponty[1]. Que faut-il entendre par là ? Que certains de ses résultats peuvent modifier les termes en lesquels certaines questions philosophiques se posent, apporter des contraintes, et ainsi s'inviter dans des débats qui lui sont a priori extérieurs.

Un nouveau monde s'ouvrait là pour moi, que je décidai d'explorer dans la mesure de mes capacités. Quelques années plus tard, j'eus la chance de rencontrer Bernard d'Espagnat en chair et en os. Il me raconta sa vie et ses travaux, m'enseigna toutes sortes de notions abstraites de physique et de philosophie. Rapidement, nous décidâmes d'écrire un livre ensemble, Regards sur la matière, des quanta et des choses.

Aujourd'hui, je suis heureux et honoré de préfacer la réédition de ce texte important, qui fut prophétique en son temps. Il n'a pas pris une ride. Beaucoup de choses se sont passées en physique depuis sa première parution, mais il n'a rien perdu de sa profondeur ni de sa vérité.

On dit la physique quantique fort difficile d'accès. Certes, elle ne peut être sérieusement appréhendée sans un recours appuyé à l'abstraction et à des concepts mathématiques qui peuvent effrayer. Pourtant, l'essentiel du bouleversement qu'elle a entraîné tient dans le simple fait qu'elle systématise l'une des quatre opérations élémentaires, à savoir l'addition ! Au cœur de son formalisme gît en effet le principe dit « de superposition » qui dit ceci : si a et b sont deux états possibles d'un système, a + b est également un état possible de ce système. Aurait-on pu imaginer une règle plus simple ? Et pourtant, elle a des conséquences terribles, que Bernard d'Espagnat fut l'un des premiers à analyser à la hauteur de ce qu'elles signifient pour la pensée. Elle implique notamment que, dans certaines situations, deux particules qui ont interagi dans le passé sont « intriquées », c'est-à-dire très fortement corrélées au point qu'elles ont des liens que leur distance mutuelle, aussi grande soit-elle, n'affaiblit pas : ce qui arrive à l'une des deux, où qu'elle soit dans l'univers, est irrémédiablement intriqué à ce qui arrive à l'autre, où qu'elle soit dans l'univers. L'espace ne joue plus aucun rôle et la paire formée par les deux particules se trouve avoir des propriétés globales

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

que n'ont pas les particules individuelles. En somme, le tout, d'une part, n'a plus de localisation précise, d'autre part, devient autre chose que la somme de ses parties.

Cette propriété, qu'on appelle la « non-séparabilité » ou l'« intrication quantique », implique qu'il existe des cas où « 1 + 1 » donne autre chose que ce que prévoient les règles d'addition classique. Par exemple, un photon plus un photon, cela forme un système quantique mais, de temps en temps, cela en donne deux. À vrai dire, le résultat dépend de l'histoire des photons et de ce que l'observateur souhaite faire avec eux. Leur destin n'est pas décidé à l'avance : il est défini par le cours même de l'expérience.

L'intrication quantique a en outre ceci de spectaculaire qu'elle permet de « téléporter » une information, c'est-à-dire de la transporter à distance depuis un objet vers un autre objet. Comment ? Prenons deux jeunes gens, disons Paul et Jules, et supposons pour commencer qu'ils disposent chacun d'une particule constitutive d'une paire de particules intriquées l'une à l'autre. Donnons ensuite à Paul une particule supplémentaire dans un état quantique bien défini. Les lois de la physique quantique permettent à Paul de transmettre à Jules l'information associée à cette particule supplémentaire. Jules pourra ensuite mettre la particule qu'il possède dans l'état qu'avait la particule supplémentaire de Paul. Il y a alors téléportation non pas d'une particule proprement dite, mais de l'information qu'elle portait, de façon absolument conforme. Dans cette opération, aucun objet proprement dit n'a été transporté dans l'espace. Simplement, les propriétés physiques d'une particule ont été communiquées à distance à une autre particule identique. On pourrait presque parler de « fax quantique » sauf que, contrairement à ce qui se passe avec un fax ordinaire, la téléportation quantique détruit l'original de l'information qu'elle transmet au travers de l'espace.

Le 29 mai 2014, la revue Science a publié un article de Ronald Hanson et de son équipe de l'université de Delft aux Pays-Bas annonçant qu'ils avaient réussi à téléporter l'état quantique d'un atome vers un autre atome situé trois mètres plus loin, avec une fiabilité parfaite. Bernard d'Espagnat a sans doute admiré la prouesse technique qu'exige une telle expérience, mais je parierais que sa réalisation ne l'a nullement surpris. Je me plais à la considérer comme un hommage que le réel a voulu rendre à l'homme qui était si sérieusement parti à sa recherche.

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Sommaire

1
Introduction

Il serait nécessaire que les spécialistes en divers champs de la pensée aient les uns avec les autres plus de communication que ce n'est actuellement le cas. Mais par leurs motivations, leurs convictions, leurs manières de penser, les êtres humains diffèrent les uns des autres plus qu'il ne semble. Aussi est-il toujours très difficile de jeter des ponts entre des domaines différents de l'esprit. Incompatibilités de notions de base, de langage, conceptions diverses de la rigueur, tout conspire à rendre l'entreprise vraiment ardue.

Surtout, il faut qu'ici les artifices soient proscrits ! En la matière la seule activité convenable semble être de chercher avec patience à découvrir ce qui, en fait de liens, existe de façon naturelle. Tout bien considéré, ni l'esprit ni le monde ne sont, après tout, cloisonnés en compartiments. Des relations entre les divers domaines de la réflexion doivent par conséquent exister. Il suffit de les déceler. Même cette tâche n'est pas aisée car, même maniées avec virtuosité, les brillantes généralités n'y aident guère, étant toujours fondées sur de séduisantes *intuitions.* Or en ce qui concerne, du moins, la science, celle-ci ne progresse dans la voie de l'universalité qu'elle vise que par un incessant travail d'affinement et de généralisation de ses principes. Ce qui a pour conséquence qu'à l'heure actuelle ces derniers s'écartent très appréciablement des idées *intuitives* qu'on peut spontanément avoir. De telles difficultés expliquent sans doute qu'un cloisonnement, qui n'est – encore une fois – ni dans l'esprit ni dans les choses, conditionne cependant nos activités de pensée.

Le contenu du présent livre est le fruit d'une tentative de longue haleine entreprise dans le but de surmonter, autant que faire se peut, de tels obstacles sur la voie des idées. Et cela par l'acquisition de certaines connaissances de faits. La *physique* et *le problème du réel* ont été pris respectivement comme base de départ et comme thème central de réflexion. Ces choix bien entendu ne relèvent pas du hasard. Par-delà les problèmes pratiques,

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

psychiques, sociaux, esthétiques ou moraux la question relative à la nature de *ce qui est* a toujours paru à l'auteur constituer la question centrale, avec laquelle toutes les autres doivent avoir des liens, plus ou moins ténus, faisant qu'en fin de compte elles en dépendent pour leurs réponses. Et quant à la physique il apparaît de façon manifeste qu'elle est maintenant assez avancée pour qu'on puisse y voir à bon droit la science universelle de la nature : de cette « nature » que – du moins selon les apparences – il semble légitime d'identifier au réel. Même si ce dernier jugement doit en définitive être nuancé – comme on le verra par la suite – il se justifie de toute évidence à titre d'hypothèse de travail.

Il est vrai que les problèmes de connaissance pure ne figurent pas au premier plan des préoccupations *explicites* des êtres humains d'aujourd'hui. Ceux relatifs à la pratique, ou plus généralement à l'action, focalisent tout naturellement l'attention de la presse et des médias, lesquels participent de plus en plus à l'orientation de notre problématique explicite. Bien plus, l'idée – à proprement parler philosophique – que l'action (humaine) prime l'être s'est maintenant répandue, au moins sous une forme implicite et confuse, au point de sous-tendre la plus grande partie de ce qui s'écrit. Mais malgré cela il est légitime d'affirmer que l'intérêt pour les problèmes de pure connaissance et de pure compréhension demeure très considérable. Même, sa vigueur est renforcée par une certaine désillusion qui se dessine à l'heure actuelle à l'égard des nombreuses variantes, idéologiques ou pragmatiques, des philosophies de l'action. On se souvient à ce propos de l'exclamation attribuée par Malraux à tel vieux révolutionnaire de ses amis dans l'un de ses derniers ouvrages : « (la phrase) de Marx que tout le monde cite "il ne s'agit pas seulement de comprendre le Monde il s'agit de le changer" commence à me casser les pieds. Dis donc ? Si on cessait un peu de changer le monde pour essayer de le comprendre pur-et-simplement[2] ! » Il n'en reste pas moins vrai que les philosophies de l'action ont pendant trop longtemps tenu le devant de la scène pour que soient bien nettes les idées générales du public quant aux questions de pure connaissance ou de pure compréhension. Peut-être y a-t-il là précisément une justification valable pour une étude un peu circonstanciée portant sur le sujet.

« Oui – diront certains – mais il n'est nullement assuré qu'une telle étude doive faire appel à la physique car l'argument "physique, science de la nature" n'est pas probant. » Et il est vrai que les personnes qu'intéresse

le problème de la compréhension de ce qui *est* ne se soucient pas toutes de physique. Certaines, en effet, nient *a priori* que la physique – ni non plus aucune autre science – puisse jamais atteindre l'être en soi. D'autres, qu'une telle contestation n'habite pas, estiment à l'inverse que la physique ne nous éclaire que sur des aspects du réel qui sont trop élémentaires et d'une trop grande banalité pour mériter notre attention; sur la « plomberie de l'Univers » disent même certains d'entre eux, que passionne surtout l'étude qualitative des structures les plus complexes: êtres vivants, êtres humains et sociétés. Encore ne sont-ce là que des exemples des attitudes très variées que l'on peut observer à ce sujet.

Même si elles sont pour une part fondées (ce qui reste à examiner) des réserves de cette espèce ne sauraient manifestement motiver un rejet *a priori* de l'étude ici annoncée. Mais elles montrent qu'une telle étude, même si elle est conduite sur une base scientifique, ne peut ignorer certains problèmes philosophiques fondamentaux et ne doit donc pas passer sous silence les solutions des philosophes. Non pas, assurément, pour en dresser un – fastidieux – catalogue. Mais tout au moins pour signaler et pour examiner les grandes intuitions philosophiques concernant le problème de l'être qui sont intelligibles à l'homme de science. Une telle obligation s'impose avec d'autant plus de force que de pareilles intuitions possèdent très souvent des relations de similitude, d'opposition ou de support mutuel avec les idées que l'étude des fondements de la physique conduit à prendre en considération.

Il faut même dire plus encore. À savoir que l'étendue des facultés de réflexion et d'imagination des philosophes du passé leur a fait découvrir un éventail extrêmement ouvert d'idées possibles. En conséquence, ce que ce livre apportera en définitive de nouveau c'est moins peut-être de nouvelles visions des choses que de nouvelles manières de démontrer l'exactitude de telles ou telles des idées déjà suggérées par certains penseurs éminents: en d'autres termes, de faire le tri parmi des conceptions philosophiques opposées. Sur le plan des résultats il devrait donc, d'une manière générale, plutôt conforter le philosophe que l'irriter, même si la méthode utilisée – qui n'est autre que la méthode scientifique – lui paraît insolite dans le domaine où elle est ici appliquée.

De ce fait même, occasion sera fournie aux philosophes de nuancer, s'ils le croient bon, le jugement sévère de beaucoup d'entre eux sur la science,

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

accusée d'être mue par la seule passion de dominer ou de vaincre alors que la philosophie serait, elle, issue de l'unique désir d'une compréhension désintéressée. Peut-être apparaîtra-t-il à la lecture de cet ouvrage qu'entre les deux disciplines ce n'est pas là la différence véritable, mais que celle-ci réside plutôt dans le fait que la science, soucieuse de comprendre autant que la philosophie, connaît mieux à certains égards les embûches d'un tel programme, les faiblesses d'une raison appliquée à ce qui dépasse la pratique, et les méthodes « de fourmi » qui permettent – dans une mesure très appréciable – de pallier ces inconvénients.

Pour dire le vrai il y aurait toutefois également excès à accorder une confiance aveugle – dans le domaine de la connaissance du réel ultime – à la pure méthode scientifique, et à ériger sans esprit critique ses résultats en absolus. Infaillible ou presque dans ses équations, qui ne connaissent guère que perfectionnements successifs les adaptant à la description de quantités toujours plus grandes de phénomènes, la physique en revanche a donné naissance au cours des siècles à des vues du monde successives et contradictoires, valables donc seulement en tant que modèles. Assurément la critique n'est pas concluante tant la science est jeune encore et tant elle s'est développée, généralisée et assurée durant les dernières décennies. Néanmoins il serait quelque peu aventureux d'adopter tout uniment tel modèle qu'elle tient aujourd'hui pour plus fécond que tous les autres et de le présenter comme une description fidèle de ce qui *est.* Ici par conséquent on ne procédera pas de cette manière. Pour affiner notre idée naïve du réel on mettra à l'épreuve un certain ensemble de *pseudo-évidences* le concernant, en déduisant de celles-ci – *sans* théorie donc *sans* modèle – certaines conséquences vérifiables en principe par des mesures ; et en constatant, dans un second temps, que ces conséquences sont contredites par l'expérience : d'où l'on conclura avec certitude à la *fausseté* de l'une au moins des « évidences » (parmi celles-ci figure évidemment le postulat que le résultat d'une mesure est quelque chose de réel). Ensuite, mais ensuite seulement, on prendra la liberté d'extrapoler le résultat par référence à une théorie universellement admise qui le prédit et qui en prédit d'autres, similaires ; et qui, dans le domaine précisément de la prédiction des phénomènes, a fait d'une manière surabondante la preuve de son universalité.

Une objection d'ordre général qui pourrait être faite *a priori* à la méthode est qu'elle part d'un ensemble de faits très précis, et donc limité, pour aboutir à des conclusions d'une très grande généralité. C'est, dirait-on, comme une pyramide qui reposerait sur sa pointe. La réponse à ceci peut être formulée de la façon suivante. D'une part – incontestablement ! – *un seul* contre-exemple, dans *un* domaine précis de faits, suffit à ruiner une hypothèse générale s'il est fermement assuré et si vraiment il prend l'hypothèse en flagrant délit de prédiction fausse. Telle est l'une des plus grandes vertus de la méthode scientifique. Dans le passé, même des constructions admirables de l'esprit, révélant les géniales capacités d'abstraction et de synthèse de leurs auteurs, se sont assez souvent effondrées ainsi sous l'effet d'une réfutation par des faits très particuliers – et de très médiocre apparence – mais intelligemment choisis. D'autre part, encore une fois, les faits expérimentaux dont il s'agit ici, si effectivement ils contredisent certaines hypothèses intuitives concernant la réalité et nous obligent donc à faire évoluer nos conceptions à cet égard, n'en sont pas moins prédits par la *mécanique quantique*, c'est-à-dire par une théorie – ou pour mieux dire par une collection de règles de calcul – apparemment universelle et assurément très féconde, constituant la base de notre intelligence actuelle des phénomènes de la nature.

Dans ces conditions il eût, il est vrai, été concevable de fonder l'évolution de nos conceptions du réel proposée dans le présent livre directement sur la théorie dont il s'agit. Une telle méthode n'a pas été choisie, en partie parce qu'elle est, à tout prendre, moins rigoureuse et en partie pour des raisons d'exposition. Elle eût nécessité la description préalable des aspects techniques de la mécanique quantique, autrement dit l'introduction de longues formules et d'un vaste appareil mathématique, dont la référence directe aux faits ci-dessus mentionnés permet de faire l'économie. En vérité l'économie est ici si considérable qu'elle permet la présentation d'arguments accessibles à tous – car ne faisant appel à aucune connaissance préliminaire – et constituant malgré cela par leur synthèse une véritable *démonstration.* Assurément cela implique – contrepartie inévitable ! – la présence dans l'exposé de passages un peu arides et par conséquent de ruptures de ton dans le livre. C'est ainsi que – malgré le pittoresque des exemples utilisés – le chapitre 4, lequel contient la démonstration en question, demande pour être bien compris à être lu un peu à la manière dont,

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

par exemple, un mathématicien prend connaissance des travaux d'un de ses collègues : avec lenteur et en revenant en arrière ici ou là. En revanche certains autres chapitres se lisent aisément d'un trait, et à la manière habituelle. Ceci tient à la circonstance – dont on doit se féliciter – que *tout* n'est pas ésotérique ! Il existe des choses qui sont vraiment de conséquence mais dont cependant l'étude peut être abordée sans difficultés préalables car elles se rapportent à des problèmes qui hantent déjà l'esprit de chacun.

L'inconvénient formel dû à la présence de ruptures de ton de l'espèce qu'on vient de dire est – peut-on penser – plus que contrebalancé par l'avantage que procure toute *démonstration* à son lecteur, avantage qui tient évidemment au fait que ce dernier peut valablement porter sur elle un jugement rationnel. En d'autres termes il peut savoir lui-même, sans se fier aux dires de l'auteur, si elle est correcte ou si elle est fausse : il lui suffit à cet effet de faire appel aux seules lumières de son esprit. Ici, au moins dans les premières étapes, le lecteur n'aura donc à faire confiance à l'auteur qu'en ce qui concerne l'exactitude de certains *résultats de mesures*, unanimement tenus pour corrects par les physiciens et desquels la démonstration déduit des conséquences intéressantes. En un temps où tant de doctrines discordantes sont proclamées et où notre adhésion est le plus souvent sollicitée à l'aide d'arguments purement émotionnels (quand ce n'est pas par un appel à quelque viscéral conformisme de groupe !) l'avantage qu'on vient de noter est appréciable. Il est digne d'être recherché même si l'on tient compte du fait que les moyens de communication tels qu'ils existent conditionnent actuellement les membres des sociétés occidentales à n'y être qu'assez peu sensibles en général. Incidemment on peut également remarquer que l'approche ainsi résumée n'est en rien un retour à la méthode cartésienne puisque la référence à des résultats de mesure y joue malgré tout le rôle essentiel.

Oui mais, diront certains esprits sérieux, n'êtes-vous pas en train de faire miroiter l'irréalisable ? Vous échapperait-il que cette entreprise éminemment cumulative qu'est la physique est maintenant loin de ses débuts, que ses raisonnements sont difficiles, qu'ils font nécessairement appel à des techniques mathématiques élaborées, remplissant beaucoup de gros livres, qu'à l'université il faut cinq ans pour apprendre de telles méthodes ? Vous qui semblez vouloir vous attaquer aux questions fondamentales, c'est-à-dire

aux plus ardues, auriez-vous oublié que « il n'y a presque plus en physique de problème qui soit difficile et simple dans sa position », comme le notait Valéry ? Et ne faites-vous pas fi d'un fait, cependant bien connu de tous : les problèmes que vous entendez aborder par votre méthode déductive – prétendument à la portée des intelligences ignorantes ! – sont cependant de ceux au sujet desquels les hommes de science les plus éminents n'ont depuis cinquante ans pas encore réussi à se mettre d'accord ?

Il est vrai, l'objection paraît formidable. Sa prise en considération exige quelques mots de rappel d'histoire du développement des idées. Il est bien exact qu'il y a cinquante ans environ une grande remise en cause des fondements de la physique a dû être entreprise par les physiciens eux-mêmes. Et cela sous la pression de la découverte de la Relativité mais bien plus encore sous celle de la nouvelle théorie de l'atome. Contrairement à l'ancienne mécanique cette nouvelle théorie – la « mécanique quantique » puisque, encore une fois, tel est son nom – s'avérait capable de rendre compte de tous les faits fondamentaux, qui sont en nombre presque infini, concernant les atomes et les molécules. Mais pour cela elle devait renoncer à faire usage de certaines notions apparemment premières, telles que celle de déterminisme, fondements de la mécanique classique. Elle devait de même renoncer à faire usage de l'idée, pourtant élémentaire, consistant à attribuer aux atomes et à leurs particules constitutives – protons, neutrons et électrons – une réalité qui serait pleinement indépendante de nos moyens de l'observer.

Selon l'opinion de beaucoup de physiciens l'inutilité de tels concepts (déterminisme, réalité « en soi » de particules localisées), leur stérilité persistante, signifie à l'évidence que lesdits concepts doivent être définitivement écartés en tant que notions fondamentales. Mais dans l'esprit de certains autres l'actuelle renonciation à leur usage n'implique rien d'à ce point radical : aussi ces derniers ont-ils cherché à édifier des théories qui incorporeraient les concepts dont il s'agit tout en rendant compte aussi bien que celle en vigueur des faits fondamentaux relatifs aux atomes et aux molécules. Jusqu'à une date très récente il a semblé que – critères de rapidité et d'efficacité pratique mis à part – une telle entreprise devait être réalisable, au moins en droit, sans qu'aucune atteinte substantielle soit portée au contenu fondamental – déterminisme, localité – des concepts qu'il était question de réintroduire. Mais avec beaucoup de lourdeur en plus et moins

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

de généralité. D'où, effectivement, des controverses qui se sont, par nécessité, situées à un haut niveau de technicité. On peut par parenthèse noter à ce propos que beaucoup de traités de philosophie contemporains tirent (avec beaucoup de bon sens apparent !) argument d'un tel état de choses pour faire valoir que la physique semble difficilement applicable à la clarification des problèmes réellement fondamentaux, et que le plus sage est dès lors de se détourner de l'approche scientifique de ces derniers et de les attaquer par la pure philosophie.

On cherchera dans les prochains chapitres à réfuter cette opinion en fournissant en particulier certaines informations claires concernant les progrès que les échanges de vues entre physiciens de ces deux tendances, et les recherches théoriques qui en ont résulté, ont apportés sur le sujet. Cependant il ne s'agira pas d'un exposé historique et chronologique. Beaucoup de chemins ont été explorés qui se révélèrent n'être que des impasses. Leurs descriptions seront omises comme il va de soi. En fait, c'est durant les quinze dernières années qu'une percée véritable a pu être effectuée dans un domaine si difficile, et si éloigné des problèmes scientifiques usuels. Or, fort étrangement – et c'est là la réponse à l'objection ci-dessus décrite –, la percée en question, réalisée à l'origine au moyen des outils mathématiques normalement en usage dans ce domaine, s'avère, maintenant qu'elle est comprise, être descriptible sans formalisme mathématique.

Peut-être ne faut-il pas invoquer là une chance. Il est bien possible de soutenir qu'en définitive ce caractère non technique est celui qu'il fallait attendre d'une découverte ayant une portée à proprement parler philosophique. Quoi qu'il en soit, les faits sont là. Ici une attention particulière sera donc dévolue à cette percée dont la nature est exposée dès le chapitre 4, et cela dans un langage qui, bien entendu, tire parti de la possibilité d'une description non technique de la question.

Une dernière remarque, d'ordre général. Ce livre, simple et sans formules, se veut moyen d'initiation à des problèmes fondamentaux de la physique. Mais il ne saurait constituer un outil valable d'initiation à la *recherche* qui fait progresser cette science. Il est facile de comprendre pourquoi. Comme chacun sait, pour enseigner une matière quelconque de façon valable il faut en savoir à son sujet beaucoup plus que ce que l'on transmet effectivement par les exposés qu'on en fait. Or en ce qui concerne la recherche une condition toute semblable s'impose aussi, et même avec une force encore

plus grande. En d'autres termes, s'agissant en particulier des problèmes de physique – parfois hautement spécialisés – auxquels le présent livre fait allusion, il paraît hélas impensable qu'aucun lecteur – si génial fût-il ! – puisse contribuer à leurs solutions s'il n'a pas d'abord fait de longues études de physique théorique moderne, dépassant même le niveau des maîtrises universitaires ou de l'enseignement des Grandes Écoles. S'il est déplorable que de telles conditions existent, une consolation peut être trouvée dans l'universalité de leur occurrence. « Être obligé de jouer du violon dix ans pour devenir un musicien passable, quelle misérable chose que l'homme ! » Une semblable exclamation (Musset, *Fantasio)* reste indéniablement d'une sagesse très actuelle. En revanche il est légitime d'espérer que le fait de parcourir ce petit ouvrage sera de nature à rendre service au lecteur qui est en quête d'un approfondissement d'une problématique générale.

Signalons enfin que dans la mesure où l'approfondissement dont il s'agit débouche, aux yeux de l'auteur, sur une conclusion plausible, celle-ci est la conception du *réel voilé* introduite au chapitre 9 (pages 107 et suiv.). Le début de l'ouvrage se présente comme une description circonstanciée du dédale des contraintes qui orientent vers une telle issue, la fin étudie le contenu et les prolongements de cette thèse.

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

2

De Démocrite à Pythagore

L'enfant et l'homme de la rue croient que l'accès au réel est immédiat : l'idée de l'existence de ce caillou ou de cette chaise lui paraît claire et évidente et il ne conçoit guère que soit mis en doute son caractère d'absolu : même s'il croit aux contes de fées.

Très tôt – comme on le sait – les philosophes contestèrent ce point de vue. Ils tirèrent argument du caractère périssable des objets pour leur refuser la réalité intrinsèque. Réalité signifie, dirent-ils, ce qui s'oppose au rêve : et cela, c'est la permanence. Quel degré de réalité pouvons-nous donc attribuer à des choses qui naissent et meurent, qui toutes se font et se défont ? En dessous, à l'intérieur ou au-dessus il doit y avoir *autre chose.* Un réel absolu, non évident pour l'appréhension immédiate et dont l'accès par conséquent est difficile.

Plus tard, bien d'autres arguments meilleurs, tel par exemple le doute cartésien, vinrent conforter cette thèse. Une thèse qui n'est, au demeurant, pas l'apanage des philosophes. À ce degré de généralité (« la connaissance de l'être est difficile »), l'idée est partagée par la plupart des religions. Elle rejoint en outre le sentiment poétique inné d'une Réalité profonde, située derrière ou au-delà des choses, qu'inspire peut-être à plus de personnes qu'on ne croit le spectacle de la beauté.

Dire que la réalité indépendante (ou réel, ou être) est de connaissance malaisée c'est évidemment faire d'abord – contrairement à certains – le postulat que la notion même de réalité a un sens qui dépasse l'homme. Ce n'est pas encore en spécifier le mode d'approche. Lier en quelque manière un tel mode d'approche au sentiment de la beauté est déjà bien plus restrictif. Pas totalement cependant. Même si mon esprit fait – explicitement ou confusément – un choix de cette espèce deux grandes orientations s'offrent encore à lui, complémentaires peut-être mais à coup sûr très différentes. Je puis chercher l'être soit dans les mathématiques – pures ou appliquées – soit derrière la beauté sensible.

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

La recherche de l'être à travers la beauté sensible a longtemps constitué le but avoué des poètes. Il n'en va plus ainsi, du moins chez les professionnels. Ceux-ci ne se pardonneraient pas d'afficher candidement une aspiration que nous, les intellectuels, leur avons appris à tenir pour bien trop naïve. On peut le regretter : car naïveté pour naïveté celle des vieux poètes semble – on verra pourquoi – plutôt moins considérable à tout prendre que celle des grands rhétoriqueurs contemporains ou – à l'opposé – que celle de tels ou tels hommes de science remplis d'illusions quant au sens et à la portée du concept d'objectivité. Mais ce rejet est aujourd'hui incontestable.

Restent alors les mathématiques. Et au tout premier rang les mathématiques pures, comme il se doit. Celles-ci se présentent à première vue comme un ensemble de vérités indépendantes des contingences, universelles et éternelles. Il n'est pas surprenant que beaucoup de penseurs y aient vu et y voient encore l'expression de la parfaite permanence, c'est-à-dire de l'être lui-même. En quelque mesure, cependant, les découvertes de notre siècle ont fait apparaître – ici encore – la naïveté d'une telle vision, en mettant en lumière le fait que les mathématiques reflètent principalement les capacités opératoires de l'être humain. Je dis « en quelque mesure » uniquement pour la raison que je ne veux pas exclure la possibilité d'un certain parallélisme de structures entre l'être humain et l'Être tout court, parallélisme qui restituerait aux mathématiques pures une part de la transcendance qu'on leur a attribuée longtemps. Mais sans entrer dans les détails de questions dont l'analyse serait longue je dois au moins noter que les recherches mathématiques récentes ont ramené à un niveau plus raisonnable le prestige exagéré dont, précisément, a joui longtemps la notion d'universalité de la certitude mathématique.

Si la beauté des mathématiques pures n'est pas à elle seule une voie assurée vers l'être il reste au mathématicien la possibilité de transférer ses espoirs à la physique mathématique. À dire vrai c'est là la voie qui d'emblée paraît à beaucoup la plus naturelle. Pour bien des chercheurs contemporains la physique mathématique, ou physique théorique (une distinction entre les deux notions est parfois faite mais n'est pas ici nécessaire), a, en effet, pour premier but de systématiser l'ensemble des connaissances concernant le monde réel. La raison qui a poussé l'homme à choisir en vue d'une telle fin l'outil mathématique plutôt qu'un autre est simplement que celui-là s'est

progressivement révélé le plus efficace – et de beaucoup –, pour la synthèse dont il s'agit. Comme le physicien qui veut en faire usage doit nécessairement se référer pour cela à certains canons d'élégance, on voit que l'emploi de la physique théorique est bien une manière – et une manière *a priori* sensée – de tenter une appréhension du réel qui soit guidée par la beauté.

Le fait que les méthodes mathématiques permettent mieux que toute autre la synthèse des divers aspects du réel a des conséquences importantes quant aux manières dont il est légitime de s'imaginer ce réel. Car le rôle des mathématiques en physique ne se limite pas à celui d'une simple sténographie, autrement dit à un rôle d'écriture abrégée de relations que, si l'on disposait de plus de place et davantage de temps, on pourrait aussi bien écrire dans le langage de tous les jours. Ce rôle-là, bien entendu, existe. Mais il est mineur. Bien plus fondamental est celui joué par le processus de définition d'entités nouvelles. Que l'on pense seulement à l'apparition du concept d'énergie. Au départ, une *loi de conservation*, interne à la mécanique rationnelle, c'est-à-dire une loi purement abstraite : « La somme du produit de telles et telles quantités et d'une certaine fonction de telles autres quantités ne varie pas avec le temps. » Mais aujourd'hui une *denrée* qui se vend et qui s'achète cher. Dans bien des cas il se passe ceci que, même sans devenir, comme l'énergie, des concepts de la vie courante, les concepts abstraits forgés par le physicien théoricien en viennent progressivement à supplanter les plus anciens – issus directement de l'expérience ancestrale – dans les descriptions que la physique propose du monde. Cette évolution résulte simplement du fait que les nouveaux concepts portent plus loin que les anciens (celui de masse plus que celui de poids, celui d'énergie plus que celui de masse). Elle a pour conséquence un phénomène que l'on a parfois appelé un peu improprement une « déréalisation » du monde physique. Le mot est ambigu, « déchosification » serait meilleur. Il ne s'agit pas là, en effet – pas encore ! – d'une négation de la validité du concept d'une réalité indépendante de l'être humain. Mais il s'agit bien d'une négation radicale de la vision du réel qui est celle de l'homme de la rue à prétentions scientifiques : je veux dire de la vision qui érige en absolu – et en seul absolu – les concepts familiers qui nous semblent les plus dénués de mystère, comme celui de grain ou celui de force de contact.

Ainsi en arrive-t-on progressivement à une vision du monde dans laquelle la matérialité des choses semble se dissoudre en équations. Une

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

vision dans laquelle le matérialisme est de plus en plus contraint d'évoluer vers le mathématisme et où, si l'on peut dire, Démocrite doit en définitive se réfugier chez Pythagore. Qu'est-ce, en effet, que la matière? Ce qui se conserve, disait-on autrefois. Ce n'est donc pas la masse. À moins d'identifier celle-ci à l'énergie (à l'unité de mesure près). Mais cette dernière entité, l'énergie, n'est elle-même rien d'autre que la pure « immatérialité » d'une composante de quadrivecteur dans un espace-temps qui – pour faire bonne mesure – est « courbe » ! Ou bien identifierai-je la matière d'un objet à l'ensemble de ses « atomes de Démocrite »? La conservation de la matière sera-t-elle alors celle de ces « atomes », c'est-à-dire celle des particules qui la constituent? Les choses ne peuvent être aussi simples puisque des particules peuvent s'annihiler – avec leurs « antiparticules » – au seul profit d'une accélération de particules préexistantes. Les particules elles-mêmes ne se conservent donc pas toujours. Il est vrai que certains nombres, certaines différences entre nombres de particules et nombres d'antiparticules, sont conservés. Mais, de nouveau, ce sont là quantités abstraites. Initialement conçu pour représenter une propriété d'un ensemble, autrement dit une entité distincte de celui-ci (une collection de billes est autre chose, pensait-on, que le nombre de billes de la collection), voilà que le *nombre* apparaît maintenant en physique comme l'entité ayant seule une stabilité suffisante pour que cette science le prenne vraiment au sérieux.

De là à affirmer, avec les pythagoriciens, que les nombres sont l'essence des choses, il n'y a qu'un pas. Et il faut même noter qu'il ne peut ici être question d'un simple pythagorisme édulcoré. Il faut un pythagorisme essentiel, je veux dire inconciliable en définitive avec la vision démocritéenne qui pose l'éternité des grains ultimes. En d'autres termes il n'est plus possible d'emprunter à Démocrite sa conception fondamentale du réel en ajoutant seulement que les « atomes » interagissent par des forces obéissant à certaines formules; et que le critère de la beauté mathématique s'avère fécond en ce qui concerne la recherche de ces dernières. Une telle tentative de conciliation entre Démocrite et Pythagore ne résoudrait rien puisque, encore une fois, aucun « grain » situé dans l'espace n'apparaît comme indestructible. Puisque, bien au contraire, tous peuvent subir l'annihilation, et que les seules entités assez stables pour que la physique puisse envisager de les regarder comme fondamentales sont des nombres, des fonctions ou d'autres êtres mathématiques d'apparence encore plus

abstraite. « Tout est géométrie » proclament volontiers certains spécialistes de la théorie de la relativité générale.

Il paraît inutile de développer en détail l'exposé d'une évolution conceptuelle déjà ancienne et par conséquent assez bien connue. La découverte expérimentale des antiprotons, et donc l'assurance de la généralité des processus d'annihilation et de création, remontent toutes deux aux années mille neuf cent cinquante. Mais ces faits avaient pu être prédits bien avant encore par des théoriciens dont chacun sait qu'ils trouvèrent dans l'élégance mathématique du formalisme le plus sûr guide de leurs succès. Aussi est-ce seulement pour mémoire que j'ai rappelé un moment essentiel – mais auquel cependant on ne peut s'arrêter – de la pensée physicienne. Le moment que l'on peut nommer « l'émergence du pythagorisme » (à condition bien entendu d'écarter toute acception mystique ou magique de l'expression). Ayant satisfait à ce préalable nécessaire il m'est maintenant permis de considérer des évolutions d'idées bien plus récentes, bien moins connues et qui par conséquent exigent, elles, d'être présentées en détail.

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

3
Philosophie de l'expérience

Si le matérialisme remonte à Démocrite le positivisme est, lui, bien plus récent. Il se trouve encore des personnes qui confondent matérialisme et positivisme. Ou qui, du moins, considèrent ces doctrines comme étroitement apparentées. Une telle erreur doit être dénoncée assez tôt, car elle serait de nature à obscurcir les problèmes que l'on se propose d'étudier. Sans doute est-il vrai que beaucoup d'hommes de science ont dit adhérer au matérialisme et que beaucoup se sont présentés comme positivistes. Mais si l'on examine la situation de plus près on constate qu'il en est bien peu qui aient pris ces deux positions à la fois. Et les exceptions à cette règle se sont faites de plus en plus rares au cours de l'histoire.

Le matérialisme est un peu délicat à définir en raison de ses diverses variétés. Dans une première approche il suffit cependant de le rattacher à un courant de pensée plus aisément définissable que j'appellerai le « réalisme » et qui inclut aussi des systèmes de pensée non matérialistes comme par exemple le platonisme, ou « réalisme des essences ». Selon le réalisme il est sensé et juste d'affirmer qu'une réalité existe et qu'elle est indépendante de l'esprit humain (dans ce qui suit j'appellerai cette réalité « indépendante » ou « intrinsèque »). De plus, selon ce courant de pensée, l'esprit humain peut progresser dans la direction d'une connaissance toujours meilleure d'une telle réalité. Si on admet le réalisme il est naturel d'assigner pour but à la science la connaissance en question. Et c'est effectivement ce but que lui assignent les scientifiques réalistes (et parmi eux les matérialistes).

Le positivisme est tout différent. Surtout dans ses versions modernes que (pour n'avoir pas à développer des distinctions trop subtiles) je recouvrirai du nom générique de « philosophie de l'expérience ». Non pas que la philosophie de l'expérience affirme l'inexistence de la réalité indépendante. Mais, plus subtilement, elle en relègue la notion même au second rang.

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Alors qu'au premier elle place ce fait d'évidence que ce que nous pouvons connaître c'est seulement l'ensemble de nos observations et de nos actes.

Le plus souvent nous avons tout naturellement tendance à attribuer nos perceptions à une cause et pour cela à concevoir une réalité indépendante qui jouerait ce rôle de cause. La philosophie de l'expérience ne nous affirme pas qu'il y ait là, nécessairement et dans tous les cas, une faute de jugement. Mais elle nous rappelle qu'une conception de ce genre n'est pas une exigence de pure logique[3], qu'elle entraîne des risques d'erreur et que ceux-ci sont difficiles à évaluer d'avance. L'histoire des sciences, et en particulier de la physique, justifie en partie une telle réserve. Elle montre en effet que, bien trop souvent, les idées de permanence, de localisation, etc., qui sont très difficilement séparables du concept de réalité physique, ont conduit à des extrapolations injustifiées. Et que celles-ci se sont plus tard révélées erronées. Pour cette raison la philosophie de l'expérience considère que l'attribution systématique des phénomènes à une réalité indépendante est, dans l'ensemble, une démarche qui ne s'inscrit pas dans le cadre strict de la science. D'après elle, dans bien des cas une telle attribution serait en quelque sorte une parure du discours, inoffensive le plus souvent, parfois utile en tant qu'image – c'est-à-dire pour guider l'imagination – nuisible à la longue si on l'érige en absolu, et qui, de toute manière, n'a rien à voir avec le but de la science. Ce dernier, en effet, serait exclusivement de faire une synthèse des observations et de fournir des règles (le plus souvent mathématiques) qui, à partir d'observations passées, permettent certaines prédictions quant aux résultats des expériences à venir. On voit combien la philosophie de l'expérience se situe au départ loin de la pensée matérialiste ou – plus généralement même – réaliste.

La philosophie de l'expérience a bien entendu des rapports très étroits avec la science. Elle a inspiré une méthodologie, efficace parce que prudente, qui consiste à n'utiliser que des concepts dont le sens a d'abord été précisé par référence soit à une classe d'équivalence d'opérations soit à d'autres concepts eux-mêmes définis de cette manière. Une telle méthodologie ne fait cependant la preuve de son excellence que dans certaines disciplines, de caractère fondamental. Dans les autres il est plus rapide, donc plus efficace, d'emprunter tels quels à l'expérience courante, à la vie familière par conséquent, les concepts de base de la théorie. Les chercheurs qui travaillent dans les sciences de ce second genre – qui sont, et de

beaucoup, les plus nombreuses – ont donc une tendance toute naturelle à ne pas se poser de questions particulières au sujet de la signification de certains concepts fondamentaux tels que par exemple celui d'*objet.* Or, ne pas se poser de questions sur de tels sujets revient inéluctablement à adhérer implicitement au réalisme non critique (qui, précisément, imbibe la vie familière). On s'explique ainsi que ces personnes ne considèrent en général la philosophie de l'expérience que comme une simple *méthode*, ne mettant nullement en cause leur option philosophique fondamentale, qui demeure une sorte d'objectivisme à l'échelle microscopique érigeant les atomes, les molécules, etc., en absolu. Tel est, répétons-le, très fréquemment le cas en ce qui concerne les spécialistes des disciplines qui n'ont pas le très très petit comme objet principal de leurs recherches, et qui par conséquent peuvent se permettre de traiter comme des « boîtes noires » les structures à l'échelle de l'atome ou des petites molécules.

Mais même parmi les spécialistes des sciences fondamentales les plus directement concernées par ces problèmes – la physique théorique en particulier – la philosophie de l'expérience ne recueille que rarement une adhésion inconditionnelle. Encore une fois beaucoup de ses spécialistes (et pour lever toute équivoque, je précise d'emblée que je suis des leurs) sont au fond d'eux-mêmes des réalistes. Ils refusent de réduire, avec Paul Valéry, la science à « l'ensemble des recettes qui réussissent toujours ». Ils pensent que l'infaillibilité d'une recette doit avoir une cause, et ils attribuent ses succès toujours renouvelés à l'existence d'une réalité indépendante, structurée, dont les structures auraient précisément pour conséquence que la recette doit réussir. Dans la vision réaliste, le principal intérêt que présente la découverte d'une recette qui réussit réside bien entendu dans le fait qu'elle nous éclaire – du moins l'espère-t-on – sur les structures de la réalité indépendante.

Seulement, il se présente là une difficulté de principe que les philosophes connaissent bien. Tant, en effet, que je reste dans le factuel et refuse toute hypothèse, je dois bien reconnaître que « l'éclairage » en question ne se produit pas véritablement. Le succès constant d'une recette m'informe seulement de la validité de cette recette. Pour passer de là aux structures de la réalité il semble qu'il faille nécessairement introduire des postulats supplémentaires du type « tel symbole, telle opération, qui est un élément de la recette, correspond à un élément de réalité ».

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Quand j'ai affaire à des recettes simples, du type « pour observer un mouvement uniformément accéléré il suffit, au voisinage de la Terre, de lâcher dans le vide un objet assez lourd », c'est précisément ce que je fais implicitement. Je dis par exemple « l'objet est réel », « il existerait même s'il n'était pas observé », « il a à chaque instant une position déterminée qu'il aurait, même non observé ». Ou plutôt, je sous-entends ces propositions tellement elles me paraissent aller de soi. Mais si je prends conscience du fait que je pose de tels axiomes, alors je découvre en ce fait une leçon et une mise en garde. Je constate en effet que presque inévitablement ce sont les concepts *familiers* (objet, position, instant) que j'ai tendance à ériger en « éléments de réalité ». Or, encore une fois, c'est là le talon d'Achille du réalisme. C'est par là qu'il est vulnérable. En effet, la physique moderne fournit de saisissants exemples d'erreurs induites par cette tendance. Erreurs qui constituent autant d'arguments importants plaidant en faveur de la philosophie de l'expérience.

Comme chacun sait, l'émergence de la théorie de la relativité restreinte constitue l'un de ces exemples. Avant même l'intervention d'Einstein les équations de base de la mécanique relativiste existaient déjà. L'œuvre de Poincaré et de Lorentz avait sur ce point été décisive. Mais ces deux auteurs restaient encore prisonniers des concepts d'espace absolu et de temps universel, qui sont des concepts de la vie courante convenablement affinés. C'est en montrant l'impossibilité de définir opérationnellement d'une manière unique la simultanéité d'événements distants qu'Einstein accomplit le pas décisif. Plus précisément encore, le moment exact d'un tel accomplissement fut celui où Einstein osa dire en substance : « une telle définition opérationnelle est impossible, donc la notion même de simultanéité à distance peut très bien n'être que relative ».

Mais la mécanique quantique – apparue peu après la relativité – fournit aux partisans de la philosophie de l'expérience des arguments de plus de poids encore. Il est à cela deux raisons. L'une d'elles, élémentaire, est que les principes quantiques son plus fondamentaux encore que ceux de la relativité[4]. Ils gouvernent non seulement la physique des atomes mais toute la chimie – en droit, par conséquent, au moins une bonne part de la biologie –, la physique des solides, l'optique contemporaine, la physique nucléaire et j'en oublie : bref tout l'essentiel des sciences exactes empiriques.

La seconde raison est qu'en mécanique quantique, bien plus qu'en relativité, la hiérarchie « données de l'expérience au premier rang, éléments de réalité au second » joue un rôle décisif.

La justification d'une telle assertion peut être fournie à partir du concret. Soit par exemple une cellule photoélectrique. Ou mieux encore, soit une « chambre à trace », sorte de cellule photoélectrique contenant une substance transparente[5]. Si dans cette chambre j'envoie une onde plane, assez faible en intensité, de rayonnement électromagnétique ultraviolet, je constate que cette onde – dont j'aurais pu croire l'énergie distribuée dans toute la chambre – ne se manifeste qu'en un seul point de celle-ci. Et cela par l'arrachement (à un atome de la substance) d'un électron unique qui accapare, si l'on peut dire, *toute* l'énergie en question.

Au vu d'un tel fait il serait évidemment très tentant de supposer que dans toute onde électromagnétique des grains d'énergie (photons) *préexistent*, tous bien localisés à chaque instant ; que d'ordinaire ces grains sont pilotés par l'onde (on expliquerait ainsi les phénomènes d'interférence), mais qu'ils peuvent aussi se manifester par chocs individuels contre des électrons. Il serait alors naturel d'étendre cette conception aux *ondes de matière*, qui elles aussi seraient supposées piloter des corpuscules localisés préexistants[6].

Malheureusement une telle image est certainement trop naïve. Elle a des conséquences contraires à certains faits. On peut alors soit la rejeter en bloc, soit compliquer la théorie en en conservant le principe directeur qui est que la donnée de l'onde ne *suffit* pas à elle seule à caractériser avec une précision parfaite le système global (ainsi, dans la visualisation ci-dessus une même onde pouvait piloter une particule ayant pour trajectoire une parallèle quelconque à la direction de propagation). Si l'on fait ce deuxième choix on dit que l'on adhère à la conception selon laquelle des « paramètres cachés » existent[7] (les paramètres dont – en sus de l'onde – il faut se donner les valeurs pour caractériser pleinement l'état de mouvement du système étudié). Beaucoup de physiciens et non des moindres – Louis de Broglie, Einstein – ont fait un tel choix[8] dont le principal avantage est d'être à la fois réaliste et pleinement limpide sur le plan conceptuel. Il faut cependant noter un fait objectif. Qui est que ce choix, si on l'explicite, conduit à des équations exagérément compliquées. Et que les théories auxquelles il a donné naissance n'ont – en cinquante ans – fourni *aucune* prédiction

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

vérifiable allant au-delà de celles issues des théories mathématiquement beaucoup plus simples qui ne mettent pas de paramètres cachés en jeu.

Cette stérilité actuelle des théories à paramètres cachés est indéniable. Elle constitue l'argument le plus souvent invoqué par les physiciens en faveur de la philosophie de l'expérience. Un inconditionnel de cette philosophie ne demande – encore une fois – rien d'autre en effet à la science que de fournir les meilleures recettes pour calculer des prédictions relatives aux phénomènes. Comme il ne cherche pas à se représenter une réalité sous-jacente il lui est loisible de nier l'existence des paramètres cachés, et il *doit* même la nier puisque ceux-ci n'apportent rien à ces techniques de prédiction[9]. Il se trouve alors que, au moyen d'une représentation purement mathématique de l'onde – conçue comme simple outil de prédiction –, il peut calculer relativement aisément beaucoup de propriétés chimiques et physiques des atomes et des molécules qu'aucune autre théorie ne peut fournir.

Est-ce à dire que « l'onde est réelle » ? On peut assez aisément montrer que prétendre cela – au sens naïf du mot réel – serait s'acheminer à nouveau vers des difficultés dans l'interprétation des phénomènes observés. Mais ce serait aussi – aux yeux de l'inconditionnel de la philosophie de l'expérience – réintroduire « par la fenêtre » ce concept de réalité qui selon lui est flou et dont la science proprement dite n'a que faire. Ce qui seul compte pour lui en dernière analyse c'est que la représentation mathématique de l'onde permet de prédire les résultats de mesures qui seront faites quand sont connus des résultats de mesures déjà effectuées. Or un tel objectif, la théorie quantique usuelle – sans paramètres cachés – l'atteint remarquablement bien.

L'interprétation de Copenhague

Telle est, très sommairement résumée, la justification de l'intérêt que, depuis cinquante ans surtout, les théoriciens de la physique ont constamment porté à la philosophie de l'expérience. Cet intérêt n'est d'ailleurs pas resté purement passif. Je veux dire que les théoriciens ne se sont pas contentés d'apprendre cette philosophie dans les livres et de l'appliquer à leurs recherches. Certains des plus éminents d'entre eux y ont travaillé

eux-mêmes et l'ont appréciablement remodelée, nuancée et affinée pour l'adapter au mieux à la physique contemporaine. Tel fut en particulier le cas de Niels Bohr, principal artisan de ce que l'on nomme souvent « l'interprétation de Copenhague ». L'impact des idées de cet auteur a été si considérable qu'il est indispensable d'en présenter ici un aperçu. Dans ses grandes lignes, en effet, l'interprétation de Copenhague était jusqu'à une date récente admise sans discussion par la quasi-totalité des physiciens.

Bohr commence par définir la science elle-même dans toute sa généralité. Comme on s'en doute, il ne la définit pas en termes d'une réalité donnée et intrinsèque qu'elle aurait pour mission de tenter de décrire. En fait, il la définit avant tout comme une œuvre de communication entre les hommes. Une communication portant sur ce que les uns et les autres « avons fait et avons appris ». En d'autres termes la science est pour lui la synthèse d'une partie de l'expérience humaine : la partie qui est communicable à tout homme doué de raison. La notion de réalité ne vient pour lui qu'ensuite, et je pense qu'il eût même préféré ne pas avoir à en parler : quand une discussion l'oblige à introduire le mot il s'agit toujours sous sa plume d'une notion construite, d'une étiquette générale apposée indistinctement à une grande quantité de *phénomènes*. Et dans le fait de l'ériger en absolu il voyait sans nul doute des dangers très sérieux d'extrapolations abusives.

Mais alors, dira-t-on, Bohr était – philosophiquement – un idéaliste.

Un tel jugement est trop rapide et l'intéressé l'eût très vraisemblablement dénoncé. Il est trop rapide en raison d'un degré intermédiaire que Bohr introduit entre l'atome et l'homme et dont je n'ai pas encore parlé. Il s'agit tout simplement de l'instrument de mesure. Bohr semble presque considérer comme une idée claire et distincte la notion de réalité des instruments. Du moins admet-il à leur sujet ce qu'il n'admet pas en ce qui concerne les électrons ou les atomes : il admet qu'un instrument, même *non observé*, est toujours dans un état bien défini occupant une région bien déterminée de l'espace. Aux yeux de ses nombreux adeptes non idéalistes cela suffirait à le disculper de tout « péché d'idéalisme ». Je n'entrerai pas ici dans un tel débat, sinon pour observer que dans un mot tel qu'« idéalisme » Bohr eût sans doute, une fois encore, dénoncé une généralisation floue et abusive. Il reste que l'instrument de mesure est, chez Bohr (cela est parfaitement net dans certains textes[10]), défini *en tant qu'instrument*. Défini, en d'autres

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

termes, non pas par sa constitution mais par référence à la communauté des êtres humains, qui utilise des instruments. Et que ce que Bohr appelle « réalité », étant référé aux instruments, est par là indéniablement référé à l'homme.

L'importance conférée par Bohr aux instruments a pour conséquence que selon lui il est impossible de parler – du moins d'une manière non ambiguë – d'un « phénomène » tant que l'on s'abstient de décrire de façon complète le dispositif expérimental utilisé pour étudier ce phénomène. En vérité il faut même dire que le dispositif fait partie intégrante de ce dernier. Ainsi, la propagation d'une particule dans l'espace n'est pas en soi un phénomène. L'ensemble constitué par le dispositif émetteur, la particule, le milieu traversé et un dispositif récepteur (à la localisation et éventuellement à l'orientation spécifiées), voilà selon Bohr un *phénomène* dont la science physique peut légitimement parler. Comme l'écrivait L. Rosenfeld[11] : « C'est maintenant le tout indivisible formé par le système et les instruments d'observation qui définit le phénomène. »

Une conséquence immédiate de cette manière de voir est que, à proprement parler (et contrairement à notre intuition), une particule n'a pas de propriétés, telles qu'une position, une vitesse, etc. (elle peut encore avoir des propriétés génériques, comme la masse, communes à toutes celles d'un même type, mais cela est une autre affaire). Cette absence de propriétés intrinsèques est tout à fait fondamentale dans la théorie ici étudiée car Bohr rend compte ainsi des fameux « paradoxes » apparents de la mécanique quantique (expérience des fentes de Young[12], etc.) ; effectivement, ces « paradoxes » ne sont tels que lorsqu'on exige qu'une particule possède à chaque instant quelques propriétés au moins (position ou vitesse, etc.) qui lui soient propres.

« L'homme est la mesure de toutes choses », disait déjà Protagoras. Comme beaucoup de phrases un peu lapidaires de philosophes du temps passé celle-ci présente une certaine ambiguïté. Je peux la comprendre comme signifiant le pur idéalisme : l'homme *est*, et les choses sont simplement son invention. Si la philosophie de l'expérience se ramène en dernière analyse à une conception de ce genre alors il n'y a pas de réalité en dehors des phénomènes, chacun de ceux-ci étant défini au moyen d'un ensemble de dispositifs d'observation qui, notons-le, peut même dans certains cas – étrange « indivisibilité » que l'on retrouvera ! – être déployé dans

l'espace sur une très grande étendue. Je peux aussi comprendre la phrase de Protagoras comme signifiant que les choses et leurs mesures – en particulier leurs situations dans l'espace – sont les seules images que, en raison de la structure de notre cerveau et de nos facultés, nous soyons capables de former d'une réalité intrinsèque dont l'existence n'est pas mise en doute mais qui est en fait déployée autrement, un peu à la manière dont un homme condamné à porter des lunettes bleues ne verrait perpétuellement que des images monocolores bien que le monde soit coloré. Si la philosophie de l'expérience est comprise ainsi, l'indivisibilité ci-dessus notée pourrait être le fait que la réalité ici qualifiée d'intrinsèque est structurée autrement que dans l'espace (ou autrement que dans l'espace-temps).

On sait bien qu'il est malaisé de choisir entre ces deux manières de voir. La dernière se heurte aux objections des positivistes radicaux, qui font valoir que la notion de réalité intrinsèque n'est susceptible d'aucune définition qui puisse les satisfaire (il n'est pas question en particulier d'en fournir une définition « opératoire » !). La première paraît pousser à son paroxysme le mystère des régularités observées dans les phénomènes et plus encore, peut-être, celui de la possibilité de l'existence de *plusieurs* êtres humains, susceptibles chacun d'avoir des perceptions des choses et susceptibles de comparer ces perceptions.

Discussion

La philosophie de l'expérience a beaucoup aidé les hommes de science contemporains. Au point même qu'elle est entrée, si l'on peut dire, dans leurs réflexes. Cela tient à la nécessité devant laquelle ils se sont trouvés d'abandonner les unes après les autres presque toutes les notions « claires et distinctes », qui jusqu'alors avaient si bien servi qu'elles paraissaient aller de soi : comme par exemple la notion d'un temps universel, ou encore celles d'une position et d'une vitesse attachées à chaque instant au centre de gravité de tout objet. Confrontés à une telle révolution dans les concepts, les hommes de science se sont mis à douter de la validité universelle de notions même d'apparence très banale. Doutes souvent difficiles à communiquer à qui n'est pas « de la partie » (en vérité, le dialogue entre hommes de science et « hommes de pensée » est parfois rendu difficile du fait que

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

ces derniers érigent encore spontanément en impératifs de la logique des idées dont les premiers ont reconnu la contingence[13]). Doutes pourtant légitimes et nécessaires. Mais qui laissent un grand vide. Combler celui-ci n'a paru possible que grâce, précisément, à une référence très explicite à l'expérience dans la définition de chaque notion de base. Tous les concepts peuvent être inadéquats. Tous sont suspects. Mais l'expérience reproductible, elle, ne ment pas. Ou, si elle ment, c'est toujours de la même manière, dans tous les cas et pour tout homme : aussi notre science sera-t-elle valable, utile et passionnante même si elle n'est, en dernière analyse, que l'étude des régularités de ces mensonges ! Et – ira jusqu'à demander le philosophe de l'expérience – par rapport à quoi qualifier de *mensonge* un système d'apparences dont les régularités se reproduisent sans défauts pour n'importe qui ?

Les vieux philosophes, aspirant à connaître, sous les apparences, la réalité, furent-ils donc des naïfs à la poursuite d'une chimère ? Dans le détail il faut bien – hélas ! – reconnaître que oui. Plus les connaissances s'accroissent, plus devient grand le domaine de celles dont on peut bien dire qu'elles sont connaissances de nous-mêmes – de notre structure en tant qu'êtres humains – avant d'être connaissances d'un, problématique, monde extérieur ou d'une vérité éternelle. Ainsi par exemple les esprits que ne satisfaisaient pas les données « grossières » des sens, ceux qui dénonçaient leurs « tromperies » et voulaient s'élever au-delà de ce « trop humain » ont bien souvent, dans le passé, pris pour référence idéale les mathématiques, supposées, par antithèse, atteindre à la sphère des réalités absolues. L'œuvre de Spinoza illustre à merveille cette noble conviction, cette merveilleuse espérance et – car il faut bien la qualifier aussi de telle ! – cette téméraire conjecture.

Encore une fois, en effet, cela est maintenant connu : les concepts de base des mathématiques, et même ceux de la logique, sont petit à petit construits par l'enfant à partir de son action sur les objets, avec « abstraction des connaissances à partir de l'action », comme le souligne Jean Piaget[14]. À moins que – comme le suggère J. Monod[15] – ils ne soient hérités de nos ancêtres préhominiens qui les avaient ainsi construits. Dans l'une comme dans l'autre hypothèse ce que ces concepts traduisent donc d'une manière immédiate c'est seulement les possibilités d'action de l'être humain. La question de savoir s'ils reflètent aussi, indirectement, une réalité éternelle

peut faire l'objet de débat. Elle est délicate. On voit donc clairement aujourd'hui que ce fut une naïveté des temps passés que d'y répondre par un « oui » irréfléchi et spontané comme si telle était l'évidence.

Ayant pris conscience de ces vérités je dois m'étonner un peu moins du fait que dans la philosophie de Bohr toute la réalité des atomes, des molécules, etc., soit en définitive ancrée sur celle des instruments lesquels, encore une fois, ne sont définis, semble-t-il, que par leur usage par l'homme. Je dois cependant reconnaître que dans une large mesure Bohr a par là défait ce que Copernic avait fait. Il a replacé l'homme au centre de sa propre représentation de l'Univers d'où Copernic l'avait chassé.

Qui plus est, dans ce mouvement de retour le balancier a dépassé son point d'origine. Car la conception pré-copernicienne du monde était infiniment plus réaliste que celle qui devrait être professée par l'immense majorité des hommes de science actuels si ceux-ci étaient entièrement cohérents avec eux-mêmes en ce qui concerne leurs idées générales. Je pense à tous les hommes de science qui, à la fois, considèrent comme établie la réduction de droit de toutes les sciences exactes à la physique de l'atome et des molécules et vont en même temps disant que le problème de l'interprétation physique de la mécanique quantique ne se pose pas car il a été résolu par Bohr. Résolu, certes, il l'a été. Mais dans le cadre d'une conception dans laquelle la notion de réalité des propriétés des objets semble bien être rigoureusement subordonnée à celle d'expérience humaine : et n'avoir de sens qu'à travers elle. En ce qui concerne cette subordination et les raisons qu'il peut y avoir de l'accepter, il est intéressant de noter l'opinion de Wolfgang Pauli, l'un des artisans de la théorie de l'atome[16]. Discutant et contestant la conception « réaliste » d'Einstein (et les objections à la formulation de l'École de Copenhague que celui-ci en déduisait), Pauli écrit d'abord qu'il tient pour *inexact* qu'un corps, *même macroscopique*, ait toujours une position quasi déterminée. Il ajoute qu'il considère comme parfaitement concevables *en principe* des expériences de diffraction[17] sur des objets macroscopiques de dimensions quelconques[18], que dans ce cas il faut toujours admettre une position non déterminée – non même seulement quasi déterminée – de leurs centres de gravité et enfin qu'alors l'existence d'une position déterminée lors d'une observation ultérieure et la constatation que l'objet « est là » doivent être conçues comme des

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

« créations » en dehors des lois naturelles. Ce dernier point ne le gêne pas. En effet, aller imaginer que, dans ces conditions, des éléments de réalité préexistaient à l'observation et fixaient à l'avance l'endroit où l'objet devait être trouvé, selon lui c'est se laisser aller à imaginer qu'existent des réalités dont on ne sait rien et dont, en définitive, on ne peut rien savoir (puisque l'observation considérée ne nous instruit directement que sur ce qui a lieu au moment où on l'effectue). Pauli, à ce propos, s'exclame : « Une chose dont on ne peut rien savoir existe-t-elle vraiment, on devrait s'en soucier aussi peu que de la vieille question de savoir combien d'anges tiennent sur la tête d'une épingle. »

Le centre de gravité de la planète Jupiter était-il déjà sur l'orbite où nous le voyons présentement avant la nuit particulière au cours de laquelle pour la première fois un membre de la communauté humaine leva les yeux vers le ciel étoilé ? Question stupide, dira un homme de science pris au hasard, car une réponse « oui » s'impose. Question absurde eût sans doute dit Pauli car elle concerne une chose dont nous ne pouvons rien savoir et dès lors elle est entièrement dépourvue de sens[19].

Bien que ces deux jugements coïncident, leurs motivations sont, on le voit, fort différentes. Si j'adopte celle de « l'homme de science pris au hasard » je perds mon droit à affirmer que les travaux de l'École de Copenhague ont résolu définitivement les problèmes d'interprétation de la théorie des atomes et que je n'ai donc pas à m'inquiéter de ces problèmes. Si j'adopte la motivation de Pauli je n'ai pas de souci à me faire de ce côté-là. Mais que dois-je penser des descriptions scientifiques de, par exemple, l'origine du système solaire ? Probablement ceci, qu'il ne s'agit, en définitive, que de métaphores, ou, si l'on préfère, de mythes, comparables dans leur essence à ceux au moyen desquels les primitifs organisaient et rationalisaient leurs conceptions du monde, bien que supérieurs à ceux-ci par leur extension. Comparables aussi au « mythe » de l'écliptique, c'est-à-dire au modèle, qui reste utile même de nos jours, selon lequel la Terre est fixe et le Soleil parcourt la sphère des étoiles. L'extension et la cohérence du modèle de l'écliptique sont certes moins considérables que celles des théories actuelles des systèmes planétaires. Mais affirmer que le premier est entièrement faux et que les secondes au contraire « décrivent ce qui est » serait contraire aux conceptions de base de la philosophie de l'expérience.

Comme on le voit, la philosophie de l'expérience a beaucoup de mal à rendre acceptables à la mentalité moderne certaines conséquences extrêmes du centrage de la réalité sur l'homme qu'elle implique nécessairement. N'ayant pas la lucidité d'un Pauli, beaucoup des plus fervents adeptes de son application à la science reculent devant ces conséquences. Assez souvent ils espèrent naïvement pouvoir les éviter en traitant la « philosophie de l'expérience » comme une *méthode* et en se donnant pour maxime « d'éviter toute philosophie ». Mais les problèmes conceptuels ne se résolvent pas par des préceptes de conduite. La vérité est que le réaliste (ou *a fortiori* le matérialiste), l'homme qui prend au pied de la lettre les descriptions de la paléontologie ou celles de l'astrophysique, cet homme-là devrait être obsédé par les problèmes des fondements et ne devrait pas se laisser aller au repos avant de leur avoir trouvé – ailleurs que dans l'œuvre de Bohr ! – une solution. Il est de fait que la seule définition de *l'état* d'un système physique qui soit admise par les théoriciens faisant autorité identifie cet état à un procédé de « préparation par un être humain » (on peut montrer que l'identification à une préparation naturelle, sans aucune intervention de l'homme, fait ressurgir toutes les difficultés que le réalisme rencontre du côté de la mécanique quantique). Si un tel fait est regardé comme scandaleux, peut-on supprimer le scandale par le pur et simple précepte d'éviter toute philosophie ?

Ce qui, cependant, est, pour un réaliste, le plus prodigieux – et de beaucoup ! – en tout ceci est le fait que l'application à la théorie de l'atome de la philosophie de l'expérience ait été d'une telle fécondité. Qu'elle ait fourni une moisson encore jamais égalée de résultats scientifiques et technologiques qu'aucune autre méthode n'est capable de reproduire. Si l'on considère dans leur état actuel les sciences de la matière – dont la biologie elle-même se proclame maintenant un fragment –, on doit bien reconnaître qu'au moins à certains égards leurs bases se trouvent dans la théorie des atomes et des molécules. On doit alors se rendre à l'évidence qu'elles reposent sur une science qui, selon la phrase célèbre de Heisenberg, « n'est qu'un maillon de la chaîne infinie des dialogues entre l'homme et la nature et ne peut plus parler simplement d'une nature en soi[20] ».

Jusqu'à la découverte de la non-séparabilité, dont il sera question plus loin, il était encore permis d'espérer que tous les aspects paradoxaux de la mécanique quantique interprétée par l'École de Copenhague s'évanouiraient

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

lorsque cette mécanique ou son interprétation auraient été remplacées par d'autres, plus complètes ou plus subtiles. Je sais, maintenant, qu'il n'en ira certainement pas ainsi puisque la non-séparabilité – l'un de ces traits apparemment « paradoxaux » – jouit, on le verra, de preuves expérimentales indépendantes des principes de cette théorie. Je sais donc avec certitude que certaines anciennes bases philosophiques (réalité intrinsèque de l'espace-temps physique, causalité, localité) de la représentation scientifique de l'Univers sont à changer, et cela dans un sens qui est justement celui plus ou moins suggéré par la mécanique quantique. Mais il n'est pas dit pour autant que doivent être prises pour conclusions définitives toutes les suggestions de cette mécanique. En particulier, la révolution anticopernicienne, le retour du balancier vers un idéalisme simplement voilé de positivisme sont des points à propos desquels une discussion reste possible. Elle sera tentée dans ce qui suit.

4
La non-séparabilité

Pour mettre à l'épreuve une hypothèse la méthode scientifique est d'en déduire les conséquences. Et de s'efforcer de les observer en faisant pour cela des expériences. Si les expériences fournissent les résultats qui ont été prédits c'est pour l'hypothèse une indication favorable. Ce n'est cependant pas une confirmation définitive. D'autres hypothèses auraient pu avoir les mêmes conséquences. Mais, si les expériences fournissent des résultats incompatibles avec les prédictions déduites de l'hypothèse cela suffit en principe pour établir définitivement que celle-ci est fausse. On s'explique ainsi que la méthode scientifique ne soit jamais plus intéressante que quand elle conduit au rejet de certaines idées auxquelles une croyance spontanée était jusqu'alors accordée. Elle nous éblouit alors en nous forçant à reconnaître qu'en vérité il y a « plus de choses au ciel et sur la terre » que notre bon sens n'en embrasse.

C'est une démonstration de cette espèce qui se développe depuis quelques années dans une branche de la physique atomique et corpusculaire. Une démonstration qui ne fait aucun appel aux arguments – fréquents même en physique mais philosophiquement très critiquables – de plausibilité, de simplicité ou d'utilité maximale. Une démonstration qui, au contraire, participe de la rigueur mathématique des démonstrations par l'absurde. Son objet est de rendre incontestable la proposition suivante : « Si la notion d'une réalité indépendante de l'homme mais accessible à son savoir est considérée comme ayant un sens, alors une telle réalité est nécessairement *non séparable*. » Par « non séparable » il faut entendre que si l'on veut concevoir, pour cette réalité, des parties localisables dans l'espace alors si telles de ces parties ont interagi selon certains modes définis en un temps où elles étaient proches, elles continuent d'interagir quel que soit leur mutuel éloignement, et cela par le moyen d'influences instantanées.

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Il est clair qu'une propriété de ce genre enlève en fait beaucoup de plausibilité à toute hypothèse d'insertion de la réalité indépendante dans l'espace ou dans l'espace-temps. L'impact d'une telle proposition sur notre manière de voir le monde est nécessairement considérable. Je tenterai de le décrire dans les chapitres ultérieurs.

Toute démonstration a nécessairement des aspects austères. Celle-ci ne fait pas exception. En vérité, si on considère l'importance du but visé le contraire serait surprenant. L'austérité de la présente est cependant un peu particulière. Elle ne réside ni dans l'usage d'un « jargon » technique ni dans l'emploi d'un formalisme mathématique connu de rares initiés. Elle est tout entière dans une certaine dose de patience qui est requise afin de garder le fil de l'argument présent à la pensée au long des étapes précédant l'accès à des conclusions significatives pour l'esprit. Le lecteur doit être d'emblée informé que celles de ce chapitre ne résident ni dans les lemmes ci-dessous, ni même dans le théorème de la page 42 (qui ne sont tous que des préliminaires) mais bien dans le fait que les conclusions, donc aussi les prémisses, du théorème en question se trouvent être *inexactes* dans certains cas (voir ci-dessous : *la non-séparabilité).*

Les lemmes

La démonstration se fonde en premier lieu sur un lemme très simple que j'appellerai « lemme A » et que j'énonce sur un exemple (voir Fig. 1).

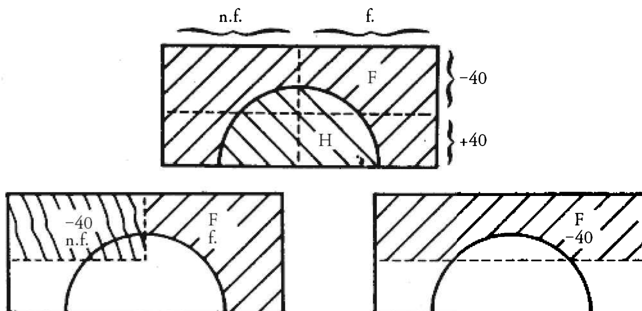


Fig. 1 - Le lemme A. H, homme ; F, femme ; f., fumeur ; n.f., non-fumeur ; +40 (–40), plus (moins) de quarante ans

Lemme A (énoncé sur exemple)

Dans une population quelconque le nombre de femmes de moins de quarante ans est inférieur ou égal au nombre de femmes fumeurs augmenté du nombre des individus âgés de moins de quarante ans et non-fumeurs.

Preuve : soit une femme de moins de quarante ans (par convention on dira *jeune* pour abréger). On peut considérer toutes sortes de classes dont elle fait partie, comme celle des *jeunes*, ou celle des *femmes*, ou celle des *bipèdes doués de raison* et ainsi de suite. En particulier il est clair qu'elle fait nécessairement partie soit de la classe des femmes fumeurs, soit de celle des jeunes non-fumeurs (si elle est fumeur elle fait partie de la première et, si elle ne l'est pas, de la seconde). Dans une population quelconque, le nombre de jeunes femmes est donc nécessairement inférieur ou au plus égal au total des femmes fumeurs augmenté de celui des jeunes non-fumeurs (ces deux classes étant disjointes). Or ceci démontre le lemme.

Les méthodes de la statistique permettent de généraliser cet énoncé. Les entreprises de sondage, les assureurs, etc., savent très bien que si on a affaire à une population assez nombreuse il est possible de sélectionner en son sein des échantillons représentatifs. Le jeu de la loi des grands nombres a pour effet que dans de tels échantillons les proportions des individus ayant telle ou telle qualité sont les mêmes que dans la population complète : ou du moins s'en rapprochent avec une précision que l'on peut améliorer autant qu'on le désire en augmentant la taille de l'échantillon. Dans la population totale je vais donc sélectionner trois échantillons représentatifs de même taille (c'est-à-dire comportant tous les trois le même nombre d'individus), que je numéroterai 1, 2 et 3. Cela me permettra de formuler le lemme B (dont je donne délibérément ici un énoncé qui est simplifié sur le plan de la statistique afin de ne pas introduire des détails sans importance pour les applications que je me propose d'en faire[21]). La validité de ce lemme résulte de celle du lemme A.

Lemme B

Dès que la taille des échantillons est suffisante, *le nombre des femmes de moins de quarante ans de l'échantillon 1 est inférieur ou égal au nombre de femmes fumeurs de l'échantillon 2 augmenté du nombre de non-fumeurs âgés de moins de quarante ans de l'échantillon 3.*

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

D'un autre côté, il est clair que la démonstration de ce lemme ne met pas en jeu la nature des propriétés servant à caractériser les échantillons en question. Tout comme le lemme A, le lemme B est un lemme de mathématiques pures. Il est donc manifestement généralisable à des propriétés quelconques. Il faut seulement que celles-ci soient *dichotomiques.* Ceci signifie qu'il faut que les possibilités à leur sujet se réduisent pour chacune à une simple alternative, homme/femme, fumeur/non-fumeur, etc., que l'on peut toujours conventionnellement traduire par l'usage des signes + et –.

Le lemme B constitue une étape très importante dans l'argumentation ici exposée. La relation qu'il énonce se rattache à un type général d'inégalités appelées « inégalités de Bell[22] ».

Cas des mesures

Une des contributions[23] les plus simples mais aussi les plus incontestables et les plus importantes de la philosophie est d'avoir fait remarquer que nous n'avons jamais du monde extérieur à nous une connaissance qui soit directe. Nous devons observer et, si nous recherchons la précision, mesurer. Ce que nous connaissons alors ce sont les résultats de ces mesures.

Quand il s'agit de quantités macroscopiques il semble en général possible de les mesurer sans pratiquement les modifier. Il est donc dans ce cas raisonnable d'affirmer qu'on connaît en elles-mêmes les propriétés que l'on a mesurées. En revanche, quand il s'agit de quantités microscopiques, de grandeurs attachées à un atome par exemple, il arrive fréquemment qu'elles soient perturbées – ou peut-être dans certains cas, déterminées – par l'instrument que l'on utilise pour les mesurer. L'existence même d'une telle possibilité doit manifestement nous rendre très prudents dans nos affirmations. Au lieu de dire que je connais telle ou telle propriété du système physique parce que je l'ai mesurée, il sera sage pour moi d'affirmer seulement que j'ai obtenu sur ce système tel ou tel résultat lorsque j'ai fait ce qu'il fallait pour mesurer la propriété en question.

Dès lors, si j'envisage d'appliquer directement les lemmes A et B à des atomes ou des systèmes microscopiques quelconques, la première question que je dois me poser est celle-ci : ces lemmes énoncés pour des *propriétés possédées* par des systèmes (*être* de sexe féminin, *être* fumeur, etc.) sont-ils

généralisables à des résultats de mesure ? En particulier, sont-ils généralisables dans le cas où l'interaction avec les appareils risque de perturber, ou même d'engendrer, en quelque sorte, le résultat ?

Les lemmes mettent en jeu trois propriétés possédées par chaque « système ». Une première manière de les généraliser est de considérer le cas où, sur *chaque* système, ces trois propriétés sont mesurées toutes les trois l'une après l'autre dans un ordre choisi une fois pour toutes et qui doit être le même pour chacun des systèmes. Il est aisé de vérifier que, à un simple changement de vocabulaire près (le remplacement des « propriétés » par les « résultats de mesure » correspondants), la preuve des lemmes peut alors être reproduite. Et que le fait que – par exemple – le résultat de la seconde mesure peut avoir été influencé par le fait de faire la première n'affecte pas la validité de la preuve en question. Je ne développerai pas cependant ce premier type de généralisation des lemmes car il se trouve qu'à ce jour il n'a pas reçu d'applications ouvrant des perspectives nouvelles.

Déjà plus significatif eu égard à cet objectif est le problème de la généralisation du lemme B au cas où chaque système individuel ne subit matériellement que *deux* mesures et non trois. Malheureusement, la généralisation en question n'est pas alors directement possible. Ainsi par exemple imaginons trois échantillons représentatifs, de même taille, d'une population d'étudiants ayant tous suivi les mêmes cours et auxquels trois examens sont proposés en latin, en grec et en chinois. Par hypothèse chaque étudiant en présente deux distincts, les mêmes en chaque échantillon. La généralisation du lemme B, si elle était vraie, s'énoncerait alors par exemple ainsi : « *Le nombre d'étudiants reçus à la fois en latin et en grec est nécessairement inférieur ou égal au nombre d'étudiants reçus à la fois en latin et en chinois augmenté du nombre d'étudiants reçus en grec et ayant subi un échec en chinois.* » Or un tel énoncé peut dans certains cas être faux. Il suffit que, par exemple, l'examen de chinois ait lieu avant les deux autres et soit particulièrement fatigant. À la limite, le seul fait de participer à cet examen peut épuiser le candidat au point qu'il échoue à coup sûr à celui qu'il présente ensuite, alors qu'une proportion normale des étudiants qui ne présentent que les examens de latin et de grec les réussissent. Dans un tel cas l'énoncé placé ci-dessus entre guillemets est généralement faux.

Bien entendu, de tels ennuis tiennent simplement au fait que, dans l'exemple, les résultats enregistrés reflètent mal les aptitudes. Un énoncé

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

semblable au précédent mais portant sur les aptitudes véritables des candidats – et non pas sur les résultats enregistrés – serait, lui, exact. D'où la question : puis-je concevoir des situations particulières garantissant que, dans le cas où les entités objets d'étude ne subissent que deux mesures, ces mesures révèlent fidèlement les propriétés mesurées ? Des situations qui – dans l'exemple des examens – éliminent le facteur fatigue ou les autres sources de perturbation ?

De telles situations peuvent en effet être inventées. Mais elles sont particulières. En effet, elles mettent en jeu non plus des populations faites d'individus isolés mais des populations de couples, liés par des corrélations. On va maintenant exposer en détail le cheminement de l'argumentation qui est fondée sur cette idée.

La prise en considération de couples

Je viens de constater que je ne puis généraliser directement l'inégalité qu'énonce le lemme B au cas où deux (ou plusieurs) mesures sont effectuées sur les mêmes individus. Comment dès lors devrai-je m'y prendre pour trouver des situations dans lesquelles je pourrai, sous certaines hypothèses considérées comme raisonnables, affirmer avec certitude la validité d'une semblable inégalité, dont j'exige qu'elle porte directement sur des résultats de mesure ?

Il est clair que pour répondre à cette question j'ai besoin d'une idée nouvelle et que, l'ayant trouvée, je devrai avec son aide reconstruire l'argumentation tout entière en reprenant celle-ci dès son point de départ.

L'idée nouvelle qui va permettre une telle percée est la suivante : au lieu de considérer des mesures – ou des tests ! – effectuées sur une population d'individus je vais considérer des mesures effectuées sur une population de *couples*. Ainsi, si je veux de nouveau un exemple emprunté au domaine des examens, je peux imaginer une université qui n'admettrait à l'inscription que des couples de jumeaux vrais. Pour éviter que la fatigue d'un examen puisse perturber l'issue d'un autre je supposerai que les étudiants ne subissent chacun qu'un seul examen, lors duquel ils sont isolés de leurs camarades. Pour tirer parti de l'idée je vais imaginer de plus que, dans l'université en question, les archivistes ont noté que, au cours de nombreuses

années précédant l'année actuelle, tout couple de jumeaux ayant présenté le même examen a connu soit un double succès soit un double échec (on parle dans de tels cas d'une « corrélation stricte et positive » ; la corrélation serait « stricte et négative » si, au contraire, chaque couple comportait un reçu et un refusé).

Oublions pour quelques instants notre préoccupation de trouver tout de suite un analogue au lemme B et contentons-nous en premier lieu d'examiner ce qu'il est possible d'affirmer au vu de telles circonstances[24]. Pour simplifier l'analyse, écartons pour le moment toute idée de fraude ou de perturbation d'aucune espèce. Voici donc sous mes yeux des statistiques, prouvant que dans cette université jamais un jumeau n'a été reçu sans que son frère ne l'ait été. Que puis-je conclure d'un tel fait ? Assurément beaucoup de choses, qui intéresseront les unes le sociologue, les autres le spécialiste en biologie humaine. Mais en particulier il est une conclusion qu'un raisonnement par l'absurde parfaitement élémentaire me permet d'énoncer avec certitude : c'est celle selon laquelle ce n'est pas le hasard mais bien des aptitudes préexistantes à l'examen qui ont déterminé le succès ou l'échec de chaque candidat. En effet, si tous les étudiants, ou même seulement certains étudiants, avaient répondu non pas selon leurs aptitudes mais *au hasard*, il est tout à fait clair que parmi le grand nombre de couples de jumeaux examinés il y en aurait eu certains au sein desquels l'un des frères aurait donné les bonnes réponses alors que l'autre aurait au contraire donné les mauvaises. Comme il n'en a jamais été ainsi par hypothèse, je suis évidemment obligé de conclure que le hasard n'a, dans ces réponses, joué aucun rôle significatif. En d'autres termes, c'est par l'existence d'aptitudes préexistantes, corrélées et fidèlement[25] reflétées par les « mesures » (les résultats aux examens) que je dois m'expliquer les faits. Quant à l'existence même d'une telle corrélation – entre les aptitudes des frères –, elle ne comporte à l'évidence aucun mystère : d'une part des jumeaux ont les mêmes chromosomes et d'autre part ils ont été éduqués ensemble, ont suivi les mêmes cours et ainsi de suite. C'est plus qu'il n'en faut pour expliquer que leurs aptitudes soient les mêmes !

Ainsi donc j'ai pu, au vu des faits, éliminer radicalement l'hypothèse selon laquelle le hasard aurait joué un rôle dans les résultats au cours des années précédentes. Ou du moins, j'ai obtenu cette certitude en ce qui concerne tous les couples dans lesquels les deux frères se sont présentés

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

au même examen, quel que soit d'ailleurs ce dernier. Je traduis ceci en disant : « Tous les étudiants membres de couples dont les deux éléments ont présenté l'examen de latin avaient ou n'avaient pas, dès avant la séance, une aptitude précise à réussir en latin, et cette aptitude positive ou négative a été reflétée fidèlement dans les résultats ; de même, tous les étudiants membres de couples dont les deux éléments ont présenté l'examen de grec avaient ou n'avaient pas une aptitude précise à réussir l'examen de grec, et ainsi de suite. »

Mais supposons maintenant que dans notre université le nombre d'étudiants soit immensément grand, qu'ils y suivent tous les mêmes cours et que ce ne soit qu'à la dernière minute que chacun *tire au sort* l'examen unique qu'il devra subir, sans même pouvoir faire part du résultat de ce *tirage* ni à son frère ni à des tiers. Jusqu'à cette minute-là la population de l'université est homogène : je n'aurais donc aucune justification si, constatant comme ci-dessus une corrélation *parfaite* dans les résultats (immensément nombreux) des couples dont les deux éléments ont tiré au sort la même matière, j'allais supposer qu'avant la séance ce sont *seulement* les étudiants dont le frère va tirer au sort le même examen qu'eux-mêmes qui se trouvent avoir des aptitudes précises gouvernant strictement soit l'échec, soit la réussite ! Une telle coïncidence est en effet trop peu probable. En d'autres termes, cette certitude (que j'ai précédemment acquise) que certains étudiants ont dès avant le tirage au sort des aptitudes précises gouvernant strictement soit l'échec soit la réussite, disons, en latin, cette certitude je dois l'étendre en fait à *tous* les étudiants, y compris ceux dont le frère ne va pas tirer la matière « latin » et y compris ceux qui, eux-mêmes, ne vont pas tirer cette matière. Et il en va également ainsi, bien entendu, en ce qui concerne le grec, le chinois et toutes les autres matières dont les étudiants suivent les cours.

Sur ce point, encore, un raisonnement par l'absurde élémentaire pourrait d'ailleurs, si cela était nécessaire, confirmer notre jugement. Si, en effet, un nombre statistiquement significatif d'étudiants n'avaient aucune aptitude précise concernant une certaine matière (et n'avaient donc d'autre ressource que d'y répondre au hasard), lors du tirage au sort il arriverait, selon toute probabilité, que deux jumeaux, dont l'un au moins se trouverait dans un tel cas, tireraient l'un et l'autre la matière dont il s'agit. Dans une université très peuplée cela arriverait même pour beaucoup de couples : ce qui, on l'a

déjà vu, aurait la conséquence statistiquement inévitable qu'une corrélation imparfaite serait observée dans les résultats de ces couples[26]. Par hypothèse il n'en est rien. C'est donc que, dès avant le tirage au sort de la nature de l'épreuve à subir, tous les étudiants ont bien des aptitudes précises dans toutes les matières dont ils ont suivi l'enseignement. Bien entendu, compte tenu des corrélations strictes observées, ces aptitudes ne peuvent être que les mêmes pour les deux éléments composant un même couple.

Le théorème fondamental

Les prémisses du raisonnement qui va suivre sont précisément les conclusions auxquelles je viens de parvenir. Ce ne sont donc aucunement des hypothèses indépendantes. Si jamais, pour une raison ou pour une autre, je suis conduit à un moment quelconque à en contester la validité, je ne pourrai logiquement le faire qu'à condition de contester aussi la validité du raisonnement qui a conduit à elles. Je devrai montrer par exemple que ce raisonnement est erroné ou qu'il est lui-même basé sur des prémisses qui ne s'imposent pas toutes avec nécessité. En bref : la signification du présent paragraphe ne peut être vraiment saisie indépendamment du contenu du paragraphe précédent.

Cela étant dit, quelles sont donc les conclusions auxquelles j'étais parvenu ci-dessus ? Essentiellement elles consistent en ceci (dans l'hypothèse où il n'y a pas communication entre candidats) : dans l'université dont il s'agit, *premièrement* les étudiants ont toujours[27] en fin d'année (mais même dès avant le tirage au sort) des aptitudes précises à réussir ou à échouer dans toutes les matières enseignées, *deuxièmement* les mesures faites (l'unique examen subi par chaque individu) reflètent fidèlement les aptitudes en question et enfin *troisièmement* les deux jumeaux d'un même couple ont, au moment dont il s'agit, exactement les mêmes aptitudes.

Mais jusqu'ici je me suis principalement intéressé aux couples de jumeaux dont les deux éléments se trouvent tirer au sort la même matière. Pour fixer les idées, supposons ici encore que les matières enseignées soient le latin, le grec et le chinois et conservons notre hypothèse d'un tirage au sort, fait à la dernière minute par chaque étudiant, de la matière dans laquelle il composera. En plus des trois ensembles de couples dont les deux éléments

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

composent dans la même matière (respectivement le latin, le grec et le chinois), il existe donc trois autres ensembles de couples, statistiquement[28] également peuplés, l'un d'eux étant celui des couples dont un des éléments compose en latin et l'autre en grec, un autre étant constitué des couples dont l'un des éléments compose en latin et l'autre en chinois et le troisième enfin regroupant les couples dont l'un des éléments compose en grec et l'autre en chinois. Je puis alors remarquer que, compte tenu de ce qui a déjà été établi, les résultats des examens dont il s'agit me renseignent en fait de façon exacte sur les aptitudes de chaque couple en *deux* matières. Encore une fois, en effet, je sais que les résultats obtenus reflètent fidèlement les aptitudes et je sais aussi que chaque étudiant a les mêmes aptitudes que son frère (voir paragraphe précédent). Soit par exemple un couple dont l'un des éléments a composé en latin et l'autre en grec. Si le premier a réussi et l'autre échoué, cela m'apprend donc que « le couple » (c'est-à-dire chacun des deux jumeaux du couple) avait, juste avant le tirage au sort, l'aptitude à réussir en latin *et* « l'aptitude » à échouer en grec.

Ces aptitudes, on l'a vu plus haut, les étudiants les possédaient dès avant le tirage au sort. On a même établi que chacun possède alors des aptitudes précises, positives ou négatives, à réussir en latin, en grec et en chinois. Je peux donc maintenant, à propos de ces aptitudes, reprendre mot pour mot le raisonnement qui m'a assuré de la validité du lemme B : juste avant le tirage au sort un étudiant qui possède les aptitudes à réussir en latin et en grec fait partie soit de la classe de ceux qui ont l'aptitude à la réussite en latin et en chinois, soit de la classe de ceux qui ont l'aptitude à la réussite en grec et à l'échec en chinois. Ces deux classes sont disjointes. Donc (dans notre université) *le nombre d'étudiants ayant à la fois les aptitudes à réussir en latin et en grec est nécessairement inférieur ou égal au nombre d'étudiants ayant à la fois les aptitudes à réussir en latin et en chinois augmenté du nombre d'étudiants ayant à la fois les aptitudes à réussir en grec et à échouer en chinois.*

Mais, demandera-t-on, un tel énoncé est-il vérifiable par l'expérience ? En d'autres termes, ces nombres d'étudiants dont il s'agit ici, sommes-nous certains que les examens nous les révèlent tels qu'ils sont ?

En substance, la réponse est « oui ». En effet, toujours en me référant à ce qui a été démontré dans le précédent paragraphe – et à moins bien entendu que la note obtenue par l'un des frères ne soit influencée par le tirage au

sort ou par le résultat de l'autre, hypothèses que j'ai écartées – je sais que les réponses effectivement faites reflètent *fidèlement* les aptitudes du couple qui les a produites. Au sein, par exemple, de l'ensemble des couples ayant tiré au sort le latin et le grec, je connais donc, grâce à l'analyse des résultats, la proportion exacte de ceux qui, dès avant le tirage au sort, avaient l'aptitude à la réussite en ces deux matières. Comme, précisément, ces matières ont été tirées au sort, la proportion en question ne peut être très différente de la proportion des couples ayant ces mêmes aptitudes dans la population totale des couples d'étudiants. Les lois de la statistique m'apprennent même qu'en probabilité la différence entre les deux proportions peut être rendue aussi petite qu'on le désire par augmentation du nombre des étudiants. Avec une approximation qui peut être améliorée, en principe, autant qu'il sera nécessaire l'examen me renseigne donc *fidèlement* sur la proportion de couples ayant à la fois les aptitudes à la réussite en latin et en grec dans la population totale de l'université. De la même manière, les résultats de l'examen me renseignent sur les proportions, au sein de la population totale, d'une part des couples ayant à la fois les aptitudes à la réussite en latin et en chinois, d'autre part des couples ayant à la fois des aptitudes à la réussite en grec et à l'échec en chinois : ces proportions sont, tout simplement, égales à un facteur près (et aussi à de négligeables fluctuations près) aux nombres correspondants de réussites ou d'échecs tels que l'on peut matériellement les obtenir par inspection des feuilles récapitulatives des divers examens (feuilles dans lesquelles on ne relève bien entendu maintenant que les résultats des couples ayant composé dans des matières différentes).

Si je me reporte au dernier énoncé en italique (page 40), je constate alors, d'une part, que celui-ci reste évidemment valable si j'y remplace partout l'expression « nombre d'étudiants » par l'expression « proportion de couples au sein de la population totale » (on passe en effet des premiers aux seconds en divisant par le nombre total d'étudiants) et, d'autre part, que ces proportions sont égales (toujours à un facteur commun près et aussi à de négligeables fluctuations près) à des quantités qui sont de véritables résultats de mesure : à savoir les nombres de couples dont les deux éléments sont reçus ou dont l'un est reçu et l'autre refusé (selon le cas), nombres que l'on peut obtenir, encore une fois, en faisant usage des feuilles récapitulatives des examens.

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Je viens, en somme, de montrer que dans notre université les résultats des examens reflètent fidèlement les aptitudes des candidats (dont antérieurement j'avais démontré qu'elles préexistaient). On voit donc que je puis reformuler l'énoncé en italique de la page 40 en termes de *résultats de mesure*, et cela donne un théorème qu'en raison de son importance j'appellerai dans la suite, tout simplement, « le théorème ». Très précisément en voici l'énoncé :

Théorème

Dans l'université ci-dessus décrite et dans l'hypothèse où dès le tirage au sort de leur matière les candidats sont isolés des tiers, on peut affirmer que – avec une probabilité qui tend vers l'unité quand le nombre d'étudiants est assez grand – le nombre de couples dont l'un des éléments est reçu en latin et l'autre en grec est inférieur ou au plus égal au nombre des couples dont l'un des éléments est reçu en latin et l'autre en chinois augmenté du nombre de couples dont l'un des éléments est reçu en grec et l'autre refusé en chinois.

Essentielle pour la validité du théorème est, bien entendu, l'hypothèse de l'isolement des candidats. On peut donc supposer que le président de l'université dont il s'agit prendra toutes les précautions humainement réalisables pour que cette hypothèse soit exacte. J'admettrai dans la suite qu'à cet effet ce dernier a décidé de faire examiner les candidats dans des pièces bien séparées les unes des autres ; de plus ce sera seulement après qu'il aura pénétré dans la pièce qui lui est affectée que l'étudiant tirera au sort la matière dans laquelle, immédiatement après, il composera.

Retour à la physique

En physique les cas de corrélation stricte, c'est-à-dire les situations dans lesquelles deux objets (on dit habituellement deux « systèmes ») possèdent initialement des propriétés identiques (ou reliées par bijection d'un système à l'autre), ne constituent pas des phénomènes rares. Si ces systèmes s'écartent ensuite naturellement l'un de l'autre – en gardant leurs propriétés – on pourra, comme ci-dessus, mesurer sur l'un d'eux une propriété a et sur l'autre une propriété b. Et, sous des conditions très

générales de non-influence à distance, on aura ainsi la garantie que la première de ces mesures ne modifie pas la propriété mesurée en second. Si, dans ces conditions, on s'arrange pour produire un très grand nombre de tels couples de systèmes, si, sur un grand nombre de ces couples, on mesure a et b, si sur d'autres, en même nombre, on mesure a et c, et sur d'autres enfin, en même nombre toujours, on mesure b et c, alors on devra s'attendre à ce que l'analogue du théorème soit vérifié par les résultats ainsi obtenus.

Dans une des phrases du paragraphe qu'on vient de lire j'ai dû introduire l'incidente « sous des conditions très générales de non-influence à distance ». Cette restriction est essentielle. Je vais m'efforcer de la préciser.

Pour cela je dois rappeler sa plus évidente raison d'être : elle est d'éviter au candidat qui se trouve dans la salle où se passe l'examen de latin et qui va subir celui-ci d'être fatigué à distance par l'épreuve que subit son frère en chinois. Ceci se produirait peut-être si, même après leur séparation, les deux frères restaient liés par quelque téléphone de campagne ou par quelque talkie-walkie, voire même par un simple fil (qui transmettrait à l'un les tremblements de l'autre !). À cet égard, deux observations cependant s'imposent.

La première est que tout signal – même une traction sur un fil ! – met du temps à se propager[29]. Si les épreuves subies par les deux frères ont lieu pratiquement au même instant, l'une ici même et l'autre dans quelque salle très éloignée, j'ai donc toutes les raisons de penser qu'aucun des deux frères ne peut le moins du monde être influencé par l'épreuve que subit l'autre. Il en va de même en physique, en ce qui concerne les mesures faites sur deux systèmes en corrélation si ces mesures ont lieu pratiquement au même instant et en des lieux éloignés l'un de l'autre. Ce sont donc là des conditions dans lesquelles – si elles sont réalisées – j'ai tout lieu de m'attendre à ce que le théorème soit vérifié.

La seconde observation concerne les situations où des conditions aussi strictes ne sont pas vérifiées. Elle consiste en ceci que, même alors, l'idée qu'il n'y a pas d'influence à distance entre les systèmes paraît vraisemblable en de très nombreux cas, comme l'exemple des deux étudiants composant en deux salles distinctes le montre bien. En fait c'est la notion même de séparation des systèmes qui joue ici. Si cette notion a un sens pour notre esprit c'est précisément parce que nous pensons que deux objets une fois séparés n'ont pas d'influence l'un sur l'autre : ou, en tout cas, qu'ils en ont

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

moins que quand ils étaient réunis. En d'autres termes, l'absence, ou la diminution, de cette influence mutuelle sont des éléments essentiels de notre définition intuitive du concept de séparation. Dans la mesure – très forte ! – où nous estimons qu'un tel concept a un sens et s'applique vraiment à la réalité, dans la mesure où nous jugeons qu'il s'applique effectivement à tels cas précis d'objets ou d'êtres qui se sont « séparés », nous nous attendrons à ce que le théorème soit valable pour de tels cas. Ou tout au moins nous nous attendrons à ce que ses prédictions soient de mieux en mieux vérifiées au fur et à mesure que nous considérons des ensembles de couples de systèmes dont les deux éléments sont plus éloignés l'un de l'autre.

Ces considérations sont suffisantes pour l'intelligence de la suite. Il reste cependant certaines remarques à faire.

Remarque I. Part du hasard et part de la nécessité

Ci-dessus j'ai montré que de la corrélation stricte observée dans certains résultats (deux des jumeaux ayant subi la même épreuve) on peut conclure à la présence chez les étudiants d'aptitudes précises préexistantes aux examens : dans l'université dont il s'agit les étudiants ne répondent pas au hasard. À ce sujet il convient de noter deux choses. La première est que – comme je l'ai déjà souligné – cette information n'est pas une hypothèse mais une *conséquence* de la démonstration, donc des prémisses de celle-ci (et en particulier de l'hypothèse qu'il n'y a pas d'interactions entre les candidats lors de l'examen ou du tirage au sort qui le précède) : ce serait donc un contresens que de prétendre que l'on a fait dans ce chapitre *l'hypothèse du déterminisme.* La seconde est que bien entendu on n'a de toute manière pas démontré le déterminisme *en général* mais seulement pour ce qui relève des phénomènes à corrélation stricte ici décrits.

Quant à la démonstration elle-même, il n'est peut-être pas inutile de préciser qu'elle présuppose, de la part des examinateurs, un comportement impartial. En particulier, elle ne serait pas valable si ces derniers fixaient leurs notes non à partir des réponses du candidat mais en fonction du numéro d'ordre de celui-ci, ou des réponses de ses prédécesseurs, ou encore de la nature de la matière tirée par le frère du candidat. En ce qui concerne les applications du théorème à la physique, je supposerai ci-dessous que les

instruments de mesure ont été conçus de manière à ne pas présenter des comportements aberrants similaires à ceux de tels examinateurs.

Remarque II

On peut noter que dans le cas physique (paire de particules, voir plus bas) la démonstration du théorème postule assurément que, tout comme les jumeaux, les particules soient séparables par la pensée. Mais l'hypothèse inverse – suggérée il est vrai par l'interprétation la plus élémentaire de la mécanique quantique – reviendrait à *admettre* d'emblée cette *non-séparabilité* que, justement, le présent chapitre a pour but d'établir.

Remarque III

Y a-t-il, à la base de la démonstration du théorème, d'autres hypothèses que celles qui ont été dites (*existence* postulée d'une réalité extérieure, fondement des régularités des phénomènes, et *conditions* très générales de non-influence à distance) ? À cette question une analyse un peu fouillée conduit à répondre par l'affirmative. Outre l'usage que l'on a fait de l'induction, on peut discerner dans le raisonnement qui a été fait une hypothèse implicite que l'on peut formuler de plusieurs manières différentes. L'une d'elles consiste à dire avec Einstein (voir chapitre 7) que si on peut – sans influencer un système – prédire avec certitude quel sera le résultat d'une mesure d'une grandeur physique de ce système alors il existe un élément de réalité correspondant à cette grandeur. D'autres énoncés remplissent le même office sans explicitement introduire la notion de réalité. Mais ce sont là des subtilités dans lesquelles il est inutile d'entrer ici dès maintenant (voir chapitre 12). Il suffit de noter que si hypothèse implicite il y a, celle-ci est de toute manière d'une validité bien difficilement contestable.

Remarque IV

Si dans notre université – comme dans une université normale – les étudiants étaient informés à l'avance des matières dans lesquelles ils doivent se présenter à l'examen il arriverait que, par exemple, les étudiants inscrits en latin et en grec négligeraient le chinois et qu'ainsi le jour des examens le groupe latin-grec, le groupe latin-chinois et le groupe grec-chinois ne

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

seraient plus des échantillons représentatifs de la population totale des étudiants, même si au début de l'année ils étaient composés d'éléments ayant en moyenne les mêmes aptitudes. Dans cette hypothèse la démonstration du théorème ne peut manifestement s'appliquer. Mais j'ai exclu ce cas en décidant que chaque étudiant tirera au sort juste avant son examen la matière dans laquelle il composera.

En physique un tel obstacle à la démonstration du théorème est d'occurrence moins vraisemblable. Pour qu'il puisse entrer en jeu il faudrait que le choix des grandeurs physiques à mesurer – ou la mise en place des instruments correspondants – puisse influencer à distance les systèmes physiques mesurés ou leur source avant que n'ait lieu la mesure.

On prendra soin, bien entendu, de construire un dispositif expérimental éliminant toute influence de cette sorte due à des forces qui soient connues. Quant aux influences inconnues, si elles existent, on peut de toute manière espérer les rendre négligeables en éloignant la source des appareils de détection. Un petit obstacle de principe à une preuve pleinement rigoureuse du théorème reste malgré tout présent, du fait de la possibilité de tels effets, quelque improbables qu'ils puissent être. Son élimination complète ne pourra être obtenue que le jour où l'on concrétisera des méthodes équivalant à mettre les instruments de mesure « en place » *après* l'émission des particules par la source, c'est-à-dire en pratique durant un intervalle de temps de l'ordre du milliardième de seconde. Si incroyable que la chose puisse paraître ce n'est pas là un but qui soit techniquement impossible à atteindre. Des efforts sont faits en ce sens[30].

Remarque V

Le théorème porte sur le nombre de couples qui ont *réellement* réussi en latin et grec, réussi en latin et chinois, réussi en grec et échoué en chinois. Sa démonstration n'est évidemment applicable aux nombres *enregistrés* correspondants que si le secrétaire chargé d'enregistrer les notes a été assez attentif pour ne pas oublier d'inscrire dans ses registres les notes de certains étudiants. Ou si du moins son défaut d'attention a été uniforme. Dans ce dernier cas, en effet, les nombres de notes enregistrés sont proportionnels aux nombres réels et l'inégalité entre les derniers entraîne l'inégalité correspondante entre les premiers. Ce cas est en somme celui qui est réalisé

lorsque « ce que l'on ne voit pas » (les notes oubliées par le secrétaire) ne se comporte pas différemment de « ce qu'on voit ».

Pour diverses raisons techniques les appareils utilisés dans les expériences ci-dessous décrites sont malheureusement imparfaits. Ils ne détectent pas toutes les réponses et certains couples de particules leur échappent. On a cependant toutes raisons de penser que leur imperfection n'a rien de sélectif. Elle exerce ses effets d'une manière uniforme, c'est-à-dire que, dans de telles expériences aussi, il est hautement peu vraisemblable que ce qu'on ne voit pas se comporte différemment de ce qu'on voit. C'est ce qui permet d'appliquer le théorème aux résultats des expériences faites jusqu'à présent malgré le caractère imparfait de tous les appareils disponibles à l'heure actuelle.

L'épreuve de l'expérience

Encore une fois, c'est en physique que le théorème trouve ses plus importantes applications. La table de correspondance entre les concepts de l'exemple et ceux d'une expérience de physique quelconque est évidente et a déjà été utilisée. Les candidats symbolisent les systèmes physiques étudiés (atomes, particules, etc.), aux examinateurs correspondent les instruments de mesure, aux examens les interactions entre systèmes et instruments, aux résultats (succès ou échec), les résultats de mesure de variables dichotomiques[31] censées représenter des propriétés des systèmes, aux aptitudes, enfin, des étudiants ces propriétés elles-mêmes.

Pourvu seulement que la physique ne soit pas conçue comme une simple collection de recettes, pourvu – en d'autres termes – que la notion d'une réalité existant indépendamment de notre conscience (sans pour autant lui être totalement inaccessible) soit tenue pour ayant un sens, la démonstration du théorème esquissée plus haut est une démonstration générale. J'entends par là qu'elle s'applique à tout système physique, classique ou quantique (dans le cas quantique cependant, certains obstacles conceptuels doivent être levés ; ces questions sont examinées au chapitre 12).

Les exemples physiques de corrélation stricte dans lesquels l'inégalité prédite par le théorème est satisfaite sont innombrables. Il suffira d'en décrire un. Initialement des barreaux aimantés sont disposés par couples.

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

L'un des éléments de chaque couple est parallèle à l'autre et, par exemple, de sens d'aimantation contraire : le sens nord-sud de l'un coïncide avec le sens sud-nord de l'autre. Disons, si l'on veut, qu'ils sont en tête à queue. Mais, dans l'espace, l'orientation générale diffère d'un couple à l'autre et est distribuée au hasard. Dans un deuxième temps, les éléments de chacun des couples sont séparés par l'action d'une force extérieure. Ils se déplacent, l'un vers la droite de l'expérimentateur, l'autre vers sa gauche, mais tout en conservant chacun son orientation primitive. L'expérimentateur fait passer tous les barreaux qui se propagent vers sa droite à travers un dispositif dont l'orientation est repérée par un certain vecteur[32] *a* et qui note automatiquement, pour chaque barreau, si l'angle formé par *a* et par la direction nord-sud de ce barreau est aigu (il note alors +) ou obtus (il note alors –). De même, il fait passer tous les barreaux qui se dirigent vers sa gauche à travers un dispositif identique au précédent mais dont l'orientation est repérée par un vecteur *b* différent de *a* : au moyen des mêmes symboles + et –, ce dispositif note de même pour chaque barreau si l'angle formé par *b* et par la direction nord-sud de ce barreau est aigu ou obtus (voir Fig. 2).

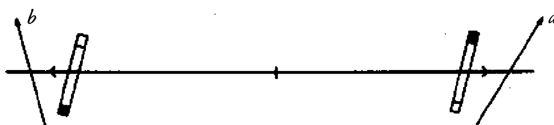


Fig. 2 - Schéma d'une mesure portant sur un couple de barreaux aimantés

Ayant opéré de cette sorte avec un nombre N très grand de ces couples de barreaux, l'expérimentateur recommence l'opération avec un nombre identique de barreaux mais en utilisant des dispositifs dont l'orientation est cette fois caractérisée par les vecteurs *a* et *c*, ce dernier étant différent de *b*. Enfin il recommence une troisième fois une opération identique mais en utilisant des dispositifs dont l'orientation est caractérisée par les vecteurs *c et b*.

Les conditions d'application du théorème sont ici manifestement satisfaites. Ce théorème doit seulement être reformulé pour tenir compte de ce que la corrélation stricte ici introduite est « négative » (voir page 37 la définition des corrélations négatives). En utilisant la méthode décrite plus

haut[33] il est facile, par exemple, d'établir ce qui suit : si, dans une telle expérience, on ne compte que les couples de barreaux ayant donné des résultats de mesure caractérisés par deux signes +, alors *la somme des nombres de tels couples relatifs aux deux dernières de ces opérations est nécessairement supérieure ou égale au nombre relatif à la première*[34]. L'expérience confirmera bien entendu ces prédictions : comme elle confirmera celles du théorème, concernant n'importe quelle expérience macroscopique à laquelle le théorème puisse être appliqué.

Je viens d'imaginer un montage qui est qualitativement un modèle macroscopique pour une expérience de microphysique. Dès lors, pourquoi ne pas considérer aussi l'expérience de microphysique dont ce montage est le modèle ? Chronologiquement c'est cette expérience, non le montage macroscopique, qui a été imaginée d'abord. Des raisons théoriques la donnaient pour intéressante. Elles furent confirmées par les faits. Car je dois maintenant souligner que, contrairement aux expériences précédemment décrites – sur des étudiants et sur des barreaux aimantés –, celle dont il va maintenant être question a bien réellement été faite. Cela, même, à plusieurs reprises. Ces recherches expérimentales ont été entreprises dans plusieurs laboratoires d'Europe et des États-Unis dès le début de la présente décennie, à partir d'idées théoriques qui virent le jour au courant de la précédente. Mon but ici n'est pas bien entendu d'en faire connaître les aspects techniques. Il est seulement d'en indiquer le principe et les résultats. Ces résultats sont de très grande conséquence.

L'expérience que je vais décrire a dans certains cas été faite en utilisant des couples de photons, ou grains de lumière. Dans d'autres cas, elle a été faite en utilisant des couples de protons, ou noyaux d'atomes d'hydrogène. C'est ce deuxième procédé dont je vais plus particulièrement exposer l'idée directrice. Celle-ci consiste à, dans un premier temps, approcher un proton d'un autre proton en s'y prenant de telle manière qu'ils accèdent à ce que l'on appelle un « état de spin total nul[35] ». Les protons ressemblent à certains égards à d'infimes barreaux aimantés et, par définition, ce que l'on appelle un « état de spin total nul » est un état où les aimantations des deux protons s'annulent, tout comme celles des deux barreaux aimantés du modèle macroscopique précédent s'annulent lorsque ceux-ci sont disposés « en tête à queue[36] ». Dans un deuxième temps les protons, après s'être heurtés et avoir à cette occasion accédé à l'état de spin qu'on vient

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

de dire, s'écartent l'un de l'autre sans que, durant ce laps de temps, leurs états de spin soient modifiés. Enfin chaque proton traverse un appareil de Stern et Gerlach (ou l'équivalent) orienté dans une direction choisie par l'expérimentateur et qui n'est pas la même pour les deux protons. Chaque appareil est connecté à un compteur qui enregistre l'émergence du proton correspondant soit dans le « faisceau nord », soit dans le « faisceau sud » de l'appareil, ces termes désignant respectivement le faisceau qui, sortant de l'appareil, est défléchi du côté du pôle *nord* de l'aimant incorporé à ce dispositif et celui qui est défléchi du côté du pôle *sud.* L'enregistrement dans le faisceau nord est indiqué par un signe + et celui dans le faisceau sud par un signe –. Chaque couple de protons produit ainsi, dans l'ensemble de l'appareil enregistreur constitué par les deux compteurs, l'émergence soit de deux signes +, soit de deux signes –, soit d'un signe + et d'un signe –, ce dernier cas pouvant se produire de deux manières différentes selon l'appareil qui a enregistré, disons, le signe +. Cette première étape de l'expérience est répétée avec N couples de protons. Ensuite l'orientation de l'un des appareils de Stern et Gerlach est modifiée et l'expérience se continue avec N autres couples de protons. Enfin, l'orientation de l'autre appareil est modifiée à son tour (comme il est décrit page 48) et l'expérience se continue avec encore N couples de protons. Lors de chacune de ces trois phases le nombre de cas où un couple a provoqué l'apparition de deux signes + (disons : « le nombre de cas + + ») est enregistré (voir Fig. 3).

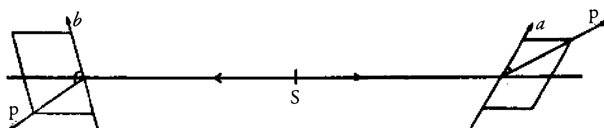


Fig. 3 - Schéma d'une mesure portant sur un couple de protons (p, p) émis par une source S

Des expériences similaires sont faites en variant, de l'une à l'autre, les angles définissant les orientations relatives des appareils.

Pour certaines de ces orientations relatives, il est constaté que le nombre de cas + + lors de la deuxième phase augmenté du nombre de cas + + lors de la troisième phase est supérieur au nombre de cas + + lors de la première

phase. Ceci n'est pas surprenant car, comme on l'a noté (page 49), c'est précisément ce que prédit la transposition du théorème.

Mais voici maintenant le point essentiel. Pour certaines autres orientations relatives il est constaté que c'est le contraire qui est vrai. La somme des nombres de cas + + relatifs aux deux dernières phases est *inférieure* au nombre de cas + + relatifs à la première phase[37]. Le phénomène est reproductible et la différence entre les deux chiffres est bien supérieure à celle que de simples fluctuations statistiques pourraient causer.

La non-séparabilité

Un tel résultat expérimental est en contradiction avec les prédictions du théorème. C'est là le fait fondamental que ce chapitre a pour objet de faire connaître. Je dois donc maintenant évaluer son intérêt. Tout théorème est comparable à un distributeur automatique de marchandises. On y introduit une hypothèse et le théorème produit alors une conclusion. « Si l'hypothèse est juste la conclusion est vraie », telle est l'affirmation du théorème. Et si la conclusion se révèle être fausse c'est donc que l'hypothèse n'était pas juste : pas de sous, pas de marchandise et pas de marchandise *parce que* pas de sous !

Dans le présent cas, la conclusion du théorème a pris la forme d'une prédiction expérimentalement vérifiable. Si l'hypothèse était juste cette prédiction serait correcte pour n'importe quelle orientation relative des appareils. Or pour certaines de ces orientations elle ne l'est pas. C'est donc que l'hypothèse est fausse.

Quelle est donc cette fausse hypothèse ? Dans les remarques IV et V (pages 45 et 46) il a été constaté que les réserves formulées en ces endroits ne paraissent pas réellement significatives. Dans ces conditions la seule hypothèse introduite dans le théorème – hors l'hypothèse du réalisme, voir chapitres 3 et 12[38] – est celle de *l'absence d'influence à distance* (l'équivalent physique de l'hypothèse de non-communication entre candidats, faite lors de la démonstration du théorème : voir page 43 et note 26 en page 223). Aucun doute par conséquent : aux yeux d'un réaliste, c'est assurément cette hypothèse la coupable. Selon toute vraisemblance – autrement dit – c'est donc *cette hypothèse que notre expérience réfute.*

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Il s'agit là d'une découverte très importante. Dégager son sens véritable n'est donc pas une opération immédiate. Si je veux la tenter je dois en particulier me méfier de la séduction des formules à l'emporte-pièce, par lesquelles on tente parfois de résumer un long discours, alors qu'en vérité on en fausse par là le sens.

Je dois donc, scrupuleusement, me remettre en mémoire ce que je pensais avant de connaître les résultats de l'expérience. Me rappeler pourquoi je tenais alors pour très peu vraisemblable l'existence d'influences à distance susceptibles de faire échec à la démonstration du théorème. Retrouver quels types d'influences à distance sont susceptibles d'un tel effet.

Un tel exercice ne requiert heureusement ici qu'un petit effort de mémoire. En effet j'ai constaté déjà (voir page 43) que si les mesures sont faites presque au même instant mais à des distances considérables l'une de l'autre, les prédictions du théorème ne peuvent être violées que s'il existe des influences se propageant extrêmement vite. Il faut en effet que ces influences se propagent avec une vitesse égale ou supérieure au rapport qui existe entre la distance en question et l'intervalle de temps qui sépare les deux mesures. Si, dans certaines expériences, ce rapport était supérieur à la vitesse de la lumière, il faudrait donc qu'existent des influences se propageant plus vite que la lumière dans leurs effets, ce qui serait contraire à l'idée que l'on se forme en général de l'un des premiers principes de la théorie de la relativité. Ce serait là une très grande découverte. Malheureusement un tel rapport est difficile à atteindre sur le plan expérimental, ce qui fait que (compte tenu également de la remarque IV page 45) les expériences actuelles ne sont pas encore tout à fait décisives à cet égard. Il faut souligner cependant qu'elles réalisent des conditions qui sont telles que l'appel à une explication par des influences directes ou indirectes[39] *plus rapides que la lumière* est devenu extrêmement fort. Toute autre tentative introduit inévitablement en effet des hypothèses très artificielles et dont on pressent que des améliorations techniques de l'expérience les rendront un jour ou l'autre inopérantes.

Mais je peux dire aussi quelque chose de plus. Encore une fois en effet, (voir page 43), la notion même de *séparation*, la notion d'objets qui après avoir été unis ont été – ou se sont d'eux-mêmes – *séparés*, est une notion qui implique un affaiblissement des influences que l'un peut exercer sur l'autre. C'est donc une notion qui, dès qu'on la juge applicable à une

paire d'objets, implique que pour ces objets les prédictions du théorème se rapprochent d'autant plus des faits que la distance augmente entre les lieux où les grandeurs sont mesurées sur les objets. Or, les expériences que j'ai décrites ont mis en jeu des distances très diverses et aucun effet de ce genre n'a jamais été constaté. Même dans les cas où ces distances étaient « incommensurablement » plus grandes que les distances caractéristiques des objets eux-mêmes. Qui plus est, il existe des arguments, non pas expérimentaux cette fois mais théoriques, qui donnent très sérieusement à croire que les prédictions du théorème resteront violées de la même façon, quelque grande que soit la distance entre les objets. Dans ces conditions je dois bien admettre que ces objets, même s'ils occupent des régions de l'espace très éloignées l'une de l'autre, ne sont pas vraiment *séparés.* C'est ce fait que, pour des raisons de brièveté, j'appellerai désormais la « non-séparabilité ».

Deux observations supplémentaires s'imposent encore.

La première concerne le fait que de telles expériences révèlent la non-séparabilité seulement en ce qui concerne des systèmes physiques assez particuliers : particules à spin dans un état de spin total nul (ou exactement défini). Dans quelle mesure est-il légitime d'extrapoler cette notion dans le cas de systèmes quelconques ayant été unis dans le passé ? La réponse à la question – c'est ma première observation – ne peut, elle aussi, être obtenue que par référence à la théorie. Il existe en effet depuis longtemps, comme je l'ai dit, une théorie générale des systèmes microscopiques (particules, atomes, molécules, etc.). C'est la mécanique quantique. Or en ce qui concerne les couples de particules à spin dans un état de spin total nul (ou exactement défini), cette théorie prédisait déjà que le théorème B serait violé. Elle prédisait la non-séparabilité. En fait, si j'avais cru d'avance en toutes ses prédictions je n'aurais même pas eu besoin qu'on fasse l'expérience pour en connaître d'avance les résultats[40]. Mais la non-séparabilité contredisait trop d'« évidences » – au moins apparentes – pour qu'il fût sain de faire en ce domaine une confiance aveugle à la théorie. Il vaut donc beaucoup mieux que l'expérience ait été faite.

Toutefois, maintenant elle est faite ! Et je suis donc *obligé par les faits* d'admettre la non-séparabilité dans tels ou tels cas : je n'ai plus dès lors de motif valable pour ne pas y croire également dans tous les cas où la mécanique quantique me suggère son existence. Comme – encore une fois – la mécanique quantique est la théorie très générale des atomes, et que « le

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

monde est fait d'atomes », je suis ainsi conduit à estimer que la non-séparabilité est sans doute un fait général[41].

Ma seconde observation est plutôt une mise en garde. Il ne faudrait pas croire que l'existence d'influences plus rapides que la lumière implique la possibilité d'envoyer des signaux utilisables qui soient plus rapides que celle-ci. Il n'en est rien et même il est possible de montrer que les expériences que j'ai décrites ne permettent en fait rien de tel. La non-séparabilité doit donc captiver l'attention de ceux qui se soucient essentiellement de *connaître*. Mais ceux qui se soucient d'abord de *faire* peuvent s'en désintéresser.

Pour conclure ce chapitre, peut-être n'est-il pas inutile d'en résumer qualitativement la démarche, afin de démontrer à quel point elle est contraignante. Pour cela, le plus simple est de revenir à une situation idéale et de reprendre l'exemple des examens. Et – puisque l'expérience en physique nous a fourni des cas de violation des prédictions du théorème – de grossir le trait et d'imaginer un cas flagrant de violation des prédictions correspondantes quant aux résultats d'examens. Je prendrai le cas où certains couples de jumeaux réussissent en latin et en grec mais où aucun couple ne réussit à la fois en latin et en chinois et où aucun couple n'est constitué d'un frère reçu en grec et d'un frère refusé en chinois. Cela, encore une fois, est supposé avoir lieu dans une université où la corrélation stricte est toujours observée en ce qui concerne les jumeaux qui subissent tous deux le même examen. Inutile d'ajouter que, pour ressembler aux dispositifs expérimentaux concernant des particules élémentaires, l'université en question doit être extraordinairement peuplée. Et que les sessions d'examens y peuvent être aussi nombreuses que l'on voudra, et leurs conditions répétées à l'envi. Je suppose donc que ce n'est pas à une seule session mais à toute session semblablement organisée que le théorème est violé, et dans beaucoup d'entre elles de la manière que j'ai dite.

Comment ferons-nous pour nous expliquer le plus raisonnablement possible l'ensemble des résultats que je viens d'énoncer ? S'il n'y avait pas le tirage au sort, une ébauche de solution serait par exemple de dire : « Le chinois est difficile, le spectacle de leur frère préparant d'arrache-pied son examen a traumatisé ceux des étudiants qui avaient un frère dans ce cas, et cela au point de leur faire perdre leurs moyens dans d'autres matières. »

Mais un argument de cette espèce n'est pas soutenable puisque tous les étudiants ont dû préparer les trois matières et que c'est seulement à la dernière minute, alors que les frères de chaque famille étaient déjà bien séparés, que chacun a tiré au sort la matière qu'il présenterait. Un autre embryon d'explication serait de dire qu'il s'agit d'une lubie des examinateurs. Que ceux-ci ont décidé d'avance que les frères de tous les étudiants présentant le chinois seraient refusés. Mais cette voie est fermée elle aussi si l'examinateur d'un candidat ne peut pas savoir quelle matière a tiré son frère. Quant à essayer tout bonnement une explication par les aptitudes, le théorème nous prévient qu'il n'en saurait être question. La preuve est même, dans ce cas, encore un peu plus simple que dans le cas général. Elle peut se résumer ainsi. Cela a un sens de parler de l'aptitude *d'un couple* (puisque, la corrélation stricte nous l'a appris, chacun des frères d'un même couple possède les mêmes aptitudes). Par hypothèse il n'y a pas de couples ayant les aptitudes à la réussite à la fois en latin et en chinois, et cela quelle que soit la taille de l'échantillon observé. Ce qui signifie qu'il n'en existe pas du tout, aux fluctuations près (que l'on peut négliger). *A fortiori*, il n'y a donc pas de couple apte à réussir à la fois en latin, en grec et en chinois. De même l'inexistence – suite immédiate de l'hypothèse – de couples ayant les aptitudes à la réussite en grec et à l'échec en chinois implique (et donc révèle) l'inexistence de couples aptes à réussir en grec et en latin et inaptes à réussir en chinois. Au total il ne devrait donc y avoir aucun couple apte à réussir en latin et en grec (car tout couple est évidemment soit apte, soit inapte à réussir en chinois).

Comment donc expliquer les résultats que j'ai supposés obtenus, et qui contredisent une telle conclusion ? À moins de faire appel à quelque « harmonie préétablie » – artificielle ici au point d'être impensable ! – on ne trouvera pas de solution qui ne mette en jeu une influence à distance soit des jumeaux, soit des examinateurs les uns sur les autres (ou, ce qui revient au même, une hypothétique « non-séparation » des jumeaux, ou des particules correspondantes). En revanche, dès que l'on admet la possibilité d'une telle influence à distance des solutions deviennent possibles. L'une d'elles est par exemple de supposer que le fait pour un étudiant de tirer la matière « chinois » le remplit d'un réel malaise, qui, par télépathie, affecte aussi son frère et rend ce dernier inapte à réussir en quelque matière que ce soit[42].

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Les expériences physiques que j'ai décrites sont des expériences réelles. Elles souffrent de toutes les imperfections instrumentales dont il n'est aisé de se libérer que dans les expériences dites « de pensée ». Il ne faut donc pas s'étonner si elles présentent un cas moins pur que le modèle ici imaginé. Mais elles vont dans le même sens, et l'idéalisation qu'offre ce modèle permet donc de saisir en quelque sorte sur le vif l'inférence qui, à partir de telles expériences, conduit à la non-séparabilité[43, 44].

L'indivisibilité

Notons enfin que, dans ce chapitre, la non-séparabilité s'est – à n'en pas douter – révélée mais seulement dans le cadre, spécifié d'emblée au début, d'une philosophie réaliste. Une dernière question intéressante serait de savoir si quelque chose d'équivalent à la non-séparabilité apparaît dans les conceptions de Bohr et de l'École de Copenhague, lesquelles débordent le cadre de l'hypothèse réaliste. Si on la veut analyser au fond, la question s'avère délicate. Des éléments de réflexion appropriés sont fournis plus loin à cet égard. Mais, heureusement, l'idée directrice de la réponse n'en est pas moins bien évidente. Il suffit pour l'obtenir de reprendre la phrase de L. Rosenfeld déjà citée : « C'est maintenant le tout indivisible formé par le système et les instruments d'observation qui définit le phénomène. » Et de se rappeler que, dans les expériences décrites ci-dessus, les instruments d'observation sont au nombre de deux et sont arbitrairement éloignés l'un de l'autre. Cependant, d'après Rosenfeld, ils forment un « tout indivisible » (dans lequel le système est lui aussi incorporé). Si elle signifie quelque chose, cette mystérieuse « indivisibilité » d'un « tout » qui est d'autre part manifestement déployé dans l'espace ne peut qu'être une notion très voisine de la non-séparabilité sinon même identique à elle.

Une telle appréciation est confirmée par l'étude détaillée de l'analyse faite par Bohr des expériences décrites plus haut[45].

En substance, Bohr y évoque le phénomène que constituent les enregistrements de résultats de mesure par les deux appareils éloignés l'un de l'autre ; il fait remarquer que les conditions définissant les types possibles de prédictions concernant le comportement futur du proton qui se dirige vers l'un des appareils dépendent de l'ensemble du dispositif expérimental

(y compris, donc, l'autre appareil, éloigné) ; et il pose que ces conditions *font partie* du phénomène. Plus généralement il souligne même que de telles conditions, dépendant de l'ensemble du dispositif, « constituent un élément inhérent à la description de n'importe quel phénomène auquel l'expression *réalité physique* puisse être attachée ».

Des conditions relatives à un appareillage éloigné du lieu considéré et constituant néanmoins un élément essentiel – irremplaçable par aucun autre – de la description de la réalité physique telle qu'elle est, en ce lieu à ce moment : en vérité c'est bien là une indivisibilité fondamentale. Elle ne s'identifie pas totalement à la non-séparabilité ci-dessus définie car elle met en jeu des instruments et non plus seulement des systèmes microscopiques. Elle en diffère quelque peu également du fait qu'elle unit même des objets qui n'ont pas, ou pas encore, interagi. Toutefois, on constate quand on y pense que ce sont là des traits qui rendent l'indivisibilité « à la Bohr » plus éloignée encore des conceptions du sens commun que ne l'est la non-séparabilité elle-même. Et, à ces détails près, les deux notions sont similaires puisque l'une et l'autre ne peuvent guère s'interpréter que par une subordination de la notion de distance à la notion de facultés *humaines* : la distance n'*est pas* de façon intrinsèque, entre tel et tel élément de la réalité indépendante. C'est nous qui la mettons, d'une certaine manière, entre tels ou tels éléments de la *réalité empirique*, ou, autrement dit, de *l'image* de la réalité que nous construisons pour nos échanges et notre usage.

L'étude systématique de ces questions sera reprise. Mais seulement après que certains « interludes » auront souligné autant qu'il paraît nécessaire ce qui philosophiquement est en jeu.

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

5
Interludes méchants et simplistes

Matière

Les sciences physiques sont souvent appelées « sciences de la matière ». La matière serait donc le concept de base. Et l'un des faits dont certains hommes de science cherchent à nous convaincre c'est que, précisément, tout se ramène à la notion de matière. Que dans l'absolu, celle-ci est vraiment le seul « existant », aux propriétés innombrables.

Le moins que l'on puisse exiger de matérialistes aussi décidés c'est qu'ils nous disent clairement ce que la notion en question recouvre dans leur esprit. Afin d'en avoir le cœur net, un mien ami alla un jour trouver quelques-uns de mes bons collègues, professeurs d'université. Le premier abordé fut un chimiste d'un très grand âge. Celui-ci dit : « Jeune homme, la chose est simple. La matière demeure et la forme se perd. Voyez donc Lavoisier pour tout détail complémentaire. » Mais, sur ces entrefaites, un physicien des particules élémentaires mentionna le défaut de masse, puis la découverte des antiparticules. Pour sauver l'idée de conservation, il proposa d'appeler « matière » le nombre des baryons *moins* le nombre des antibaryons (ou le tiers du nombre de quarks diminué de celui des antiquarks). Avant même qu'il n'ait défini ces termes, un de ses collègues intervint. Au nombre en question, celui-ci demandait qu'on ajoutât celui des leptons, diminué du nombre des anti-leptons. Ils se mirent d'accord en reconnaissant tous les deux que le choix entre ces formules – et entre d'autres similaires – était tout à fait arbitraire. Et quelqu'un ayant dit : « le nombre est donc Idée des choses », les deux compères s'éclipsèrent avec discrétion, craignant fort de passer pour des platoniciens !

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Objectivité

Le matérialisme atomistique, ou mécaniste, est une réunion de deux hypothèses. Une hypothèse ontologique : indépendant de nous, le monde est fait comme une horloge. De petits grains, des champs, des forces en sont les pièces et les ressorts. Une hypothèse épistémologique : nous sommes capables de connaître, toujours de mieux en mieux et à la limite très bien, ce monde tel qu'il est, et tous ses rouages complexes. Ces propositions ne peuvent, bien entendu, être *déduites* d'aucune vérité première. Aiguillonnés par des visions diverses, le philosophe et le mystique peuvent donc fort bien les rejeter *a priori*. Mais le partisan de ces hypothèses (qui est le plus souvent, de notre temps, un biologiste) a une réponse toute prête : « Une conception, rétorque-t-il, se justifie toujours au moyen de ses conséquences. Or où sont donc celles des conceptions des philosophes ? Ou des mystiques ? Sur le plan objectif : néant. Et au contraire, voyez la mienne ; toute la physique classique, une bonne part de l'astrophysique, toute la biologie moderne la vérifient. Même dans des domaines comme ceux de la vie et de la pensée, où l'on pouvait naïvement croire au finalisme, au rôle actif de la conscience, nos découvertes d'aujourd'hui nous révèlent le règne exclusif de la nécessité et du hasard. Pensez au modèle de la double hélice !

Dès lors, continue ce savant, n'est-ce pas folie, ou en tout cas infantilisme, que de continuer à parler de “causes finales” ? Ou encore de considérer l'esprit, la conscience que nous avons des choses, comme une entité au même titre que la matière, c'est-à-dire au même titre que ces petits grains, ou ces champs, qui, à eux seuls, expliquent l'Univers, *y compris* l'homme et son esprit ? Naïvetés que tout cela, ou plutôt effets secondaires, apparences trompeuses et charmeuses dont doit se défaire tout individu fort, adulte, conscient. Des multitudes de petits grains, liés par des forces que la physique quantique décrit, obéissant tantôt au déterminisme, tantôt au hasard objectif dont traite cette même physique, voilà ce qui compose la réalité ultime du monde. Tout se réduit à la physique. À l'objectivité, pure et glacée, de la physique. »

Impressionnés par ce triomphalisme et cette massive assurance, spirituels et penseurs doivent baisser les yeux. Ils reconnaissent, tous, s'être jusqu'à présent occupés de vétilles au lieu de contempler l'essentiel de l'homme,

qui est évidemment la biologie moléculaire. Au fait, la biologie vraiment ? Que non pas, plutôt la physique, puisque, au dire de notre savant, la biologie se réduit – au moins en droit – à la physique. Les plus curieux (mais il y en a peu, car ce chemin est plus ardu que l'autre) vont voir par conséquent ce qu'a à dire le physicien.

Là, autre son de cloche. Autre triomphalisme. Oh, il est vrai, moins juvénile ! Depuis quelque trente ans, la physique fondamentale digère, assez péniblement, dans le domaine des phénomènes artificiellement produits, ses conquêtes de l'entre-deux-guerres. Mais non pas moins puissant. Quels propos, en effet, tient donc le physicien ? Juste une petite phrase, toute simple mais vraie : « J'explique tous les phénomènes que vous voyez autour de vous. » – « Tous ! » rétorquons-nous, très surpris. – « Eh oui, vraiment tous. » – « Et comment donc ? » – « Fondamentalement, par les équations de Maxwell et de Schrödinger. »

Ici, nous, les spirituels et les penseurs, sommes encore plus impressionnés. « Voilà bien la confirmation de ce que nous disait le savant mécaniste de tout à l'heure », nous exclamons-nous d'une même voix. Mais, « Chut !..., souffle le physicien. Le mot "mécaniste" n'est pas très bien vu par ici. » – « Comment, interrogeons-nous, n'êtes-vous pas d'accord avec les biologistes, par exemple, sur la proposition que la science, et la science seule, est objective ? » – « Si fait, s'écrie notre interlocuteur, avec l'accent de la résolution. » – « Mais, dès lors, pourquoi craindre cette épithète de mécaniste ? » – « Oh, c'est tout simplement que ces biologistes et nous ne sommes pas entièrement d'accord sur le sens du mot "objectif". Si bien que le terme de *mécaniste* sonne assez faux à nos oreilles. Mais ce n'est là, croyez-le bien, qu'un détail sans nulle importance... Sa description vous ennuierait. » – « Cependant, il faut bien que nous, spirituels et penseurs, sachions quoi prêcher à nos ouailles. Que devons-nous leur dire sur la nature de la science ? » – « Eh ! tout simplement qu'elle est objective. Y a-t-il rien de plus aisé ? »

Ces propos provoquent un silence que le physicien croit gêné. Aussi, pour nous convaincre, il renchérit : « Voyez-vous, nous dit-il, ce n'est pas la première fois qu'entre ordres religieux – et les savants, par leur ascèse, sont les vrais moines actuels, comme vous savez –, ce n'est pas, dis-je, la première fois qu'entre ordres religieux surgissent de ces – oh, toutes petites ! – difficultés. Instruits par ce que nous rapporte cette fine mouche

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

que fut l'auteur des *Provinciales*, nous avons su, ces biologistes et nous-mêmes, faire notre paix là-dessus. Nous sommes, en effet, convenus de dire tous d'une même voix que les principes fondamentaux sur lesquels la science est fondée sont *objectifs*. À la vérité, nous physiciens ne l'entendons pas comme tout le monde. Nous signifions par là *qu'ils peuvent se référer de façon décisive aux facultés ou aux incapacités des observateurs*, pourvu qu'il s'agisse d'observateurs humains *en général*, et non de tel observateur particulier. Nous y sommes bien obligés car, sans cela, la physique atomique orthodoxe s'effondre. Entraînant la moléculaire ! Et avec elle, la biologie du même nom ! Les biologistes dont vous parlez, quand ils nous disent qu'un énoncé est objectif, veulent au contraire nous faire entendre qu'il porte sur la Réalité, dont l'homme n'est qu'une conséquence, et que donc il ne peut se référer à lui. Et c'est pourquoi, nous les traitons, avec raison, de *mécanistes*, qui est, ici, un terme de mépris. Mais ces heurts demeurent secrets ; car vous comprenez bien qu'il serait malséant d'étaler de telles disputes. Le public, d'ailleurs, n'y comprendrait rien. Aussi, à ceux qui vous interrogent, devez-vous tout simplement dire que la science est *objective*, et vous garder surtout de vouloir définir ce mot. »

« Mais enfin, mon Révérend Père… Pardon, Monsieur le Professeur – rétorquons-nous –, cela fait une différence. Car, enfin, si les principes premiers de la physique ne se peuvent même énoncer sans une référence explicite aux possibilités des observateurs humains, voire même seulement aux limites de leurs communes facultés, alors qu'allons-nous parler de *singe nu* et d'autres tartes à la crème d'une culture matérialiste qui se croit être d'avant-garde ? L'homme, dès lors, ne serait *pas* un négligeable système physique. Il n'émergerait *pas* de la nature à titre d'excroissance accidentelle et dérisoire, dans un tout petit coin de l'Univers que lui décrit sa science et qui est perçu par ses sens. Bien au contraire, il serait la mesure – et même, finalement, au moins le co-auteur – de tout ce monde empirique qu'il appréhende et qu'il croit exister en soi. Protagoras, et non Lucrèce, aurait dit vrai ! »

« Excusez-moi, repartit l'autre, mais spécialisation oblige. Je ne saurais ouïr des propos non scientifiques. »

6
Commentaires sur le scientisme

Un appel à l'ironie présente des avantages. Il dégage le vif d'une question. Il montre en quoi elle nous concerne. Au débouché du long tunnel d'une argumentation éventuellement laborieuse il en souligne les résultats et il en fait saisir, même aux esprits distraits, la nouveauté.

C'est pourquoi nul long remords baudelairien ne me tenaille au sujet de ce qui précède. Une vague teinture de scientificité inspire à trop de nos contemporains une vision du monde caduque. Une vision – j'insiste ! – que rend définitivement caduque une récente découverte : celle de méthodes de preuves expérimentales tendant à confirmer le caractère inéluctable de quelques postulats ésotériques situés au cœur de la physique contemporaine. Ce fait paraît intéressant. Aussi serait-il bien fâcheux que des lumières et des interrogations si nouvelles ne soient perçues qu'au simple plan de la technicité. Elles méritent un autre sort et, pour tenter d'en rendre manifestes, hors des groupuscules de théoriciens, la signification et la portée il faut bien se servir de couleurs très tranchées. Au surplus, user de l'ironie comme d'un simple révélateur, ainsi que je viens de le faire, n'a, me semble-t-il, rien à voir avec une certaine lâcheté intellectuelle qui consisterait à prétendre *résoudre* véritablement un problème par l'ironie. Il est évident que, sous peine de ne pas être, l'ironie doit rester légère. Et que donc, en ce qui concerne les nuances, les notions un peu difficiles ou les conclusions défiant l'apparent bon sens, l'ironiste pur esquive trop aisément leur prise en compte. En revanche, si un résultat est *établi*, pourquoi n'ironiserait-on pas – sans trop craindre, cette fois, méchanceté et simplisme – sur ceux qui refusent de l'intégrer dans leur système ?

Cela dit, appréciables sont, j'en conviens, les risques « d'effet boomerang » que présente le procédé, même employé avec réserve. Il est de par le monde un grand nombre d'esprits tout à la fois superficiels et dogmatiques, prétendant avoir tout trouvé avant même d'avoir rien cherché.

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Beaucoup de ceux-ci balayent avec superbe les résultats – bien dérisoires à leurs yeux ! – atteints par les hommes de science. Beaucoup cherchent même à renverser les rôles. Ils accusent de dogmatisme les malheureux savants qui (au prix de l'exercice d'une rigueur parfois démoralisante) s'efforcent de progresser petit à petit dans la voie étroite d'une connaissance non illusoire. La critique de la science assurément est saine, comme celle de la philosophie. Mais à la condition expresse que ni l'une ni l'autre ne soient minées par les charlatans du refus ! Si les *interludes* qu'on vient de lire étaient compris comme apportant de l'eau – fût-ce une seule goutte ! – au moulin de ceux-ci le contresens serait total : les professeurs que met en jeu le précédent chapitre ne ressemblent pas plus aux vrais scientifiques que les religieux de Pascal ne rappellent saint Jean de la Croix ! Ce sont là marionnettes, inventées dans l'unique but de mieux dégager un *problème.*

Ce problème, quant à lui, n'a rien d'imaginaire. Il est celui que pose l'existence d'un certain scientisme banal. Assurément la pensée scientiste n'est guère attrayante en elle-même, surtout à une époque où le procès des retombées néfastes que peuvent avoir telles ou telles technologies scientifiques se trouve si fréquemment instruit et suscite de tels échos. Et même sur le plan de la seule *connaissance*, cette pensée est loin d'être *a priori séduisante.* Aux yeux de beaucoup elle est, bien au contraire, désespérante d'aridité, comme d'ailleurs certains de ses partisans, tels Jean Rostand ou Jacques Monod, l'ont reconnu et l'ont écrit. Pourquoi donc l'ont-ils cependant, ainsi que tant d'esprits sérieux, défendue avec une telle persévérance ? La réponse me paraît très simple. Ils l'ont défendue tout bonnement parce qu'elle leur paraissait objectivement *vraie.* Et selon l'évidence trop méconnue qu'une idée peut très bien être ressentie comme triste sans pour autant que cela l'empêche d'être exacte ! Comme on l'a dit pertinemment, « il n'existe pas de preuve par l'horrible ». Pas de réfutations non plus ! Bien que, pour des raisons qui seront rappelées – et explicitées –, je ne partage pas la vision du monde des scientistes, je ne puis que les approuver d'avoir maintenu haut et ferme cette vérité-là, face à la marée de la confusion de l'*objectif* et des *valeurs.*

Ce n'est donc pas d'un revers de main, ni davantage par des références vagues aux « valeurs humaines », à l'« espérance », etc., que pour ma part j'accepte de voir réfuter le scientisme. Car – encore une fois – il est construit sur des bases vraiment sérieuses. Il est banal de dire – mais cependant

incontestable ! – que la force newtonienne explique le mouvement des planètes mieux que ne le faisait l'hypothèse des anges de Kepler. Que, en un sens, la matière est composée d'atomes obéissant partout aux mêmes lois, sur terre comme dans les galaxies les plus lointaines. Que les grands bois dont nous étonnent les splendeurs sont, en ce même sens, constitués de myriades de grosses molécules se reproduisant mécaniquement comme des machines-outils minuscules. Que la lune y brillant la nuit est un agglomérat de roches, non un havre d'amours délaissées ! Pour fastidieux ou pénible que soit le rappel de semblables vérités premières, avons-nous le droit de les oublier ? D'oublier que ce sont des faits ?

Je pense pour ma part que ces faits, il est malhonnête de prendre prétexte de leur banalité pour faire comme s'ils n'existaient pas, facilité à laquelle succombent si aisément les « spirituels ». Je comprends donc très bien que tant de physiciens de l'âge classique de la physique – celui de la découverte des molécules, des atomes, des électrons, etc. – aient été convaincus de la vérité d'une vision « banalement » scientiste du monde. Je comprends très bien également que tant de biologistes de notre époque pensent de même, en dépit parfois des mouvements de leur cœur. N'est-il pas vrai d'ailleurs que, subtilement, une pensée « réductionniste » fort inspirée du scientisme s'est emparée peu à peu d'une part de la mentalité diffuse de chacun de nous, obligeant, par exemple, même les spiritualistes à penser leur esprit en termes de contacts d'ordinateurs ? Si le scientisme était vrai – ou plus exactement si était vraie la vision du monde qu'il suggère avec force, celle d'un monde ultimement constitué de myriades de petits objets simples et localisés ne possédant eux-mêmes que des propriétés quasi locales –, alors une telle évolution des mentalités serait assurément excellente. Il est toujours bon en effet que les hommes connaissent la vérité. Il est donc avant tout souhaitable qu'ils aient une conception de la nature de l'Univers dont les grands traits soient véridiques. Mais en revanche si la vision ultime du monde que suggère le scientisme banal est fausse, si ses bases conceptuelles sont erronées, alors l'évolution en question est au contraire très regrettable (comme l'a jadis proclamé, à très juste titre, la philosophie des Lumières, une mentalité générale, diffuse, sociologique qui se trouve fondée sur des idées fausses est dangereuse de toute manière !).

Or ma thèse en ceci, on l'a vu dans les *interludes*, est que c'est la seconde de ces deux possibilités qui est, en fait, réalisée ; ou, en d'autres termes,

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

que le scientisme banal est faux. En cela je rejoins les vues de philosophes considérables dont le raisonnement sera explicité plus loin. Mais contrairement à leur argumentation la mienne se fonde sur des données scientifiques, donc spécifiques : on pourrait imaginer un monde qui serait tel qu'elle ne saurait s'y appliquer. Elle s'applique au monde que les expériences nous révèlent.

Cette argumentation, on en connaît déjà les éléments et les grandes lignes. Il convient seulement de la préciser, ce qui nécessite la discussion de trois postulats, celui du *réalisme physique*, celui de *l'objectivité forte*, celui du *multitudinisme.* Il n'est plus question ici d'ironie, et bien moins encore de la recherche de quelque formule percutante, rameutant les esprits distraits. Il est donc indiqué d'introduire ces concepts les uns après les autres en prenant soin à chaque fois que leur définition soit cohérente et dénuée d'ambiguïtés.

Postulat du réalisme physique

Je ne saurais mieux faire que d'emprunter à A. Messiah la définition de ce postulat. Dans le classique ouvrage de référence qu'est la *Mécanique quantique*[46] de cet auteur, on lit ceci :

« La première chose que l'on exige d'une théorie est évidemment que ses prévisions soient en accord avec les observations expérimentales ; il est bien certain que la théorie quantique remplit cette condition, tout au moins dans le domaine de la physique atomique et moléculaire. Mais une théorie physique ne peut prétendre être *complète* si elle se borne à prédire ce qu'on observe lorsqu'on fait telle ou telle expérience. Au départ de toute entreprise scientifique on pose comme postulat fondamental que la nature possède une réalité objective, indépendante de nos perceptions sensorielles ou de nos moyens d'investigation ; l'objet de la théorie physique est de faire un compte rendu intelligible de cette réalité objective[47]. »

J'appellerai « postulat du réalisme physique » le postulat énoncé par Messiah dans cet extrait. Contrairement à ce que semble conjecturer ce texte, le postulat du réalisme physique n'est pas universellement accepté. Les philosophes de l'expérience ont, on l'a vu, adopté à son égard une attitude de réserve et bien des physiciens théoriciens les ont suivis. Mais la majorité des hommes de science ne pense aucunement ainsi et, pour eux,

un tel postulat constitue, en effet, la base de départ de leur entreprise tout entière. En particulier, ceux d'entre eux que l'on peut appeler « scientistes » se trouvent dans cette catégorie. Au surplus, ils n'y sont pas seuls. On peut enfin noter que le réalisme physique est bien évidemment un cas particulier du réalisme défini au début du chapitre 3 et qui englobe aussi les philosophies du réalisme *non physique*, celles qui nient qu'aucune théorie fondée sur l'expérience puisse jamais atteindre au Réel (ainsi par exemple la philosophie de Platon).

Postulat d'objectivité forte

Le postulat du réalisme physique a une conséquence d'une importance considérable en ce qui concerne la définition d'un des mots les plus essentiels du vocabulaire de la science, à savoir le mot « objectivité » . Pour s'en convaincre il suffit de se mettre quelques instants par la pensée à la place d'un des scientifiques qui refusent le postulat. Comment va-t-il définir ce mot-clef ? Non pas, bien entendu, par référence à quelque réalité intrinsèque puisque pour lui un tel concept est non scientifique. Étant donné que pour lui la notion d'observation est essentielle c'est bien évidemment en référence à une telle notion qu'il sera conduit à construire sa définition. Et, en effet, c'est bien là ce qu'il fait. Il résulte par exemple comme on l'a vu de l'ensemble des textes de Niels Bohr que, pour cet auteur, est objective toute affirmation qui *est valable pour n'importe quel observateur en possession de son bon sens.* Ainsi, pour de tels scientifiques, une affirmation ou une définition faisant, même de façon essentielle, référence à la notion d'observation humaine peut très bien être *objective* : il suffit qu'elle soit invariante par rapport à un changement d'observateurs. J'appelle « objectivité faible » l'objectivité ainsi définie. Elle diffère de la subjectivité fondamentalement par le fait de cette invariance. On pourrait aussi la dénommer « intersubjectivité ». Même un réaliste convaincu ne peut nier que l'objectivité faible soit suffisante à l'édification de la science, au moins lorsque celle-ci est dégagée de toute prétention à parler de ce qui dépasse l'expérience.

Cependant il est clair que le réaliste – ou plus précisément celui qui accepte le postulat du réalisme physique – ne peut se contenter d'une telle définition de l'objectivité. Si, comme l'énonce le texte cité plus haut, l'objet de la théorie physique est de faire un compte rendu intelligible d'une

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

réalité indépendante de nos perceptions sensorielles ou de nos moyens d'investigation, il est clair que, quel que soit le rôle de l'observation en ce qui concerne l'établissement de la théorie, les conclusions objectives de cette dernière doivent seulement porter sur une telle réalité. C'est dire qu'elles ne doivent manifestement faire *aucune* référence essentielle à la communauté des observateurs humains[48]. J'appellerai « objectivité forte » l'objectivité ainsi entendue, et « postulat – ou principe – d'objectivité forte » celui selon lequel les affirmations et définitions auxquelles une science attribue l'épithète *d'objectives* doivent toutes être traduites (ou au moins traduisibles) en termes d'objectivité forte. Les scientistes, en particulier, réduisent l'homme et son esprit au statut d'accidents mineurs d'une réalité indépendante que notre science prétend décrire. Ne serait-il pas, de leur point de vue, tout à fait absurde de subordonner les lois même de l'Univers au comportement et aux facultés d'un être qui n'en occupe qu'une portion insignifiante et ne s'y trouve que par hasard ? Les scientistes adhèrent donc nécessairement au principe d'objectivité forte. À dire vrai, la plupart d'entre eux le regardent même comme tellement évident que l'idée qu'il soit contestable ne leur effleure pas l'esprit. Et (je note ceci incidemment) le cloisonnement entre les disciplines – inévitable du fait de l'accroissement des connaissances – a pour effet qu'ils ignorent jusqu'à l'existence du fait – pourtant fondamental – que la théorie des atomes et des molécules qu'enseignent leurs collègues physiciens est construite autour d'une définition de l'objectivité qui ne reflète nullement le principe dont il s'agit.

Le postulat multitudiniste

Déjà dans l'Antiquité la pensée de Démocrite, d'Épicure et de Lucrèce s'opposait à celle des autres philosophes du fait du morcellement qu'elle attribuait à l'être : morcellement systématique et uniforme réduisant le chatoiement qualitatif du monde aux combinaisons de myriades d'êtres simples, bien localisés dans l'espace. Dans leur immense majorité les penseurs n'ont vu là longtemps qu'une simplification manifestement abusive de la situation réelle. Comment un nuage, une étoile, un oiseau pourraient-ils n'être que de simples structures atomiques ? Mais peu à peu la situation a évolué. La théorie, qui paraissait d'un simplisme outrancier, s'est révélée de plus en plus féconde. Et vers la fin de l'autre siècle ce

qui avait été thèse provocante devint progressivement idée reçue. C'est sa substance que le mot « multitudinisme » prétend capter. J'appellerai donc « multitudinisme » toute vision du monde dans laquelle l'Univers s'analyse en un nombre immense d'éléments très simples et de peu d'espèces différentes, occupant chacun, à un instant donné, une petite région d'espace et une seule et n'exerçant que des influences limitées sur le comportement des éléments distants de lui. De sorte qu'un « démon de Laplace », un être aux sens exquis et à l'intelligence parfaite, pourrait rendre compte de ce qui se passe réellement, au cours d'une brève période de temps, dans une région finie de l'espace sans avoir à prendre en considération les événements ayant lieu durant cette même période dans des régions arbitrairement éloignées de celle-ci[49]. L'atomisme démocritéen est un exemple de multitudinisme. Mais une théorie de champs classique et relativiste est également multitudiniste, car les champs y ont, en tout lieu et à tout moment, des valeurs que l'on peut changer localement sans affecter les valeurs des champs à ce même moment en des endroits suffisamment distants. Il ne faut donc pas croire – comme le font volontiers bien des personnes sans formation scientifique – que le multitudinisme représente une conception dont on s'affranchisse aisément.

Peut-on concevoir un scientisme qui ne serait pas multitudiniste ? Il n'est pas interdit de se poser une telle question et la réponse à celle-ci dépendra bien évidemment de l'extension qu'on sera disposé à accorder à la notion même de scientisme. Ce qui cependant est bien clair, c'est que toutes les visions du monde qui ont jusqu'ici été exposées et au sujet desquelles l'idée peut venir à l'esprit de les classer sous la rubrique du « scientisme » sont des visions multitudinistes. En outre, toute vision non multitudiniste exige un effort d'imagination conceptuelle allant dans un sens très différent de l'esprit réductionniste élémentaire qui caractérise la tendance scientiste banale. De sorte qu'il convient bien de considérer le multitudinisme comme une composante essentielle du scientisme, ou à tout le moins du scientisme banal existant.

Cela étant bien vu, il est maintenant facile de démontrer la fausseté de ce scientisme. Une telle preuve est même immédiate, compte tenu du fait que, dans toute conception du monde fondée sur le réalisme physique et l'exigence d'objectivité forte, la notion de non-séparabilité possède un sens bien défini : ou bien il existe des phénomènes où la non-séparabilité

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

se manifeste ou bien il n'en existe pas. Or les indications expérimentales et théoriques plaident toutes désormais en faveur du premier terme de cette alternative, on l'a vu au chapitre 4. En conséquence il est des cas où même le démon de Laplace dont il était question plus haut ne pourrait rendre compte de ce qui se passe au cours d'une brève période de temps dans une région R de l'espace – où se trouve un objet S – sans prendre en considération les événements de cette période ayant lieu dans une autre région R' très éloignée : celle où l'on a placé un instrument qui interagit avec un système physique ayant lui-même interagi dans le passé avec l'objet S. Il est clair que la distance séparant les deux régions R et R' peut être aussi grande qu'on le désire. Le postulat multitudiniste est donc violé. Et comme il constitue, on l'a vu, un des éléments du scientisme banal, ce scientisme doit être rejeté pour incompatibilité avec les données expérimentales. C'est là la conclusion à retenir.

Bien entendu, l'idée selon laquelle le scientisme banal serait une vision du monde inadaptée à la structure des théories physiques contemporaines n'est en rien une idée nouvelle. Même dans les milieux scientifiques elle a depuis longtemps fait son chemin, surtout chez les physiciens théoriciens. À cet égard les textes, par exemple, de Heisenberg parlent d'eux-mêmes. Il faut cependant noter deux faits. Le premier est que la solution de remplacement proposée par les théoriciens dont il s'agit est fondée sur la philosophie de l'expérience, philosophie qui a déjà été décrite au chapitre 3 mais qui présente elle-même des traits qui la rendent assez contestable comme on le verra au prochain chapitre. Le second est que, jusqu'à la découverte de preuves de la non-séparabilité, la thèse de la fausseté du scientisme banal pouvait seulement être rendue extrêmement plausible, et cela par des arguments de simplicité dont le pouvoir de conviction était plus grand à l'égard des esprits pragmatistes qu'à l'égard des autres et en particulier des réalistes[50]. La découverte de preuves expérimentales de la non-séparabilité modifie cette situation en rendant la thèse en question certaine, même pour les esprits réalistes.

7
Les objections d'Einstein à la philosophie de l'expérience

Assurément, la découverte de la fausseté du scientisme banal peut inciter les scientifiques qui la font à s'orienter vers les idées positivistes, autrement dit vers la philosophie de l'expérience. Renonçant à décrire la réalité telle qu'elle est, réservés même quant aux possibilités de signification d'une telle notion, ils limiteront leurs ambitions à la description des apparences. Ils se contenteront désormais de trouver des règles générales, permettant de prédire ce qu'ils observent dans telle circonstance ou telle autre. Si le but leur semble trop modeste une consolation très classique est à leur portée, qui consiste à changer le sens des mots utilisés. L'ensemble des apparences, ils l'appelleront « réalité » et la réalité indépendante, celle qu'ils renoncent à atteindre, ils la nommeront « chose en soi ». Ils pourront alors relever la tête et dire très haut que ce qu'ils étudient c'est bien – comme le pense l'homme de la rue – la réalité objective du Monde.

L'histoire de la physique du XXe siècle fait ressortir, ainsi que je l'ai signalé plus haut, que cette modestie à la Montaigne recouvre une sagesse assez grande. Dans le fond, cependant, la philosophie de l'expérience prête le flanc à des objections.

Toutes celles-ci n'ont pas, assurément, le même degré de substance. Ainsi par exemple une telle philosophie tend, on l'a vu, à écarter toute notion d'une réalité qui serait entièrement indépendante de l'être humain (cela en vertu du fait que cette notion est inutile, une telle réalité étant inconnaissable, et qu'elle n'est pas définissable d'une manière opératoire). La constatation, quasi évidente, de la parenté entre cette manière de voir et l'idéalisme de Berkeley n'est pas *en soi* une objection substantielle. Elle ne le devient que lorsqu'on a explicité les critiques objectives que l'on fait à

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

l'idéalisme car il serait manifestement absurde de fonder un rejet sur une simple question d'étiquettes.

Mais d'autres objections à la philosophie de l'expérience ont à mon avis une grande force. L'une d'elles est que je n'ai pas de connaissance directe de l'expérience sensible des autres hommes. En toute rigueur les références à la communicabilité, qui, dans une telle philosophie, fondent comme on l'a vu la notion même d'objectivité, sont donc des références à une chose assez mystérieuse, et que le positivisme n'explicite pas (chez Bohr, la référence à l'instrument voile ce défaut, sans y remédier entièrement). Comme le note Einstein, si l'on prend au sérieux cette philosophie, « c'est alors une rude affaire que d'éviter le solipsisme ».

Une autre objection est que nous ne sommes pas capables d'appréhensions sensibles directes des faits passés. S'il est vrai qu'une affirmation n'acquiert en définitive un sens que par référence aux possibilités de vérification fournies par nos organes sensoriels, quel est donc au juste le sens que peut avoir une affirmation portant sur le passé ? Comment, aux fins de vérification, se transporter dans le passé ? Une première réponse pourrait être que ce sens est inexistant : de fait quand il s'agit de systèmes microscopiques il est souvent mal défini ou ambigu, comme les théoriciens de la physique quantique le savent très bien. Mais quand il s'agit de systèmes à notre échelle ? En philosophie de l'expérience la réponse habituelle consiste à poser qu'il s'agit en fait d'affirmations portant sur le futur. Que la description des forêts et des lacs de l'ère secondaire est *exclusivement* un procédé commode de synthèse des indications que l'on peut donner à qui se propose de chercher du pétrole ou des os de diplodocus ! Peu d'hommes de science accepteraient de soutenir une telle thèse. Tous ou presque maintiendraient sans hésiter que les affirmations portant sur le passé ont un sens immédiatement clair et dénué d'ambiguïté dès qu'elles portent sur des systèmes macroscopiques. Mais alors c'est un sens non opérationnel. On dévie par là du positivisme intégral. Et de plus, la question surgit : entre microscopique et macroscopique où est la ligne de partage ?

Enfin, comment justifier l'induction si on ne la fonde pas sur les régularités de quelque réalité supposée extérieure à nos sens et indépendante de nos facultés ? Je sais bien qu'une telle justification est de toute manière difficile, même quand on se donne ce dernier concept. Mais ce n'est alors qu'une question de rigueur. Tandis que, dans la philosophie de l'expérience

poussée à ses limites, toute justification, même simplement intuitive, semble faire défaut. Si le Soleil n'existe pas en soi – s'il n'existe qu'en tant que convention de langage servant à rendre compte de l'ensemble de notre expérience passée –, qu'est-ce qui me fait croire qu'il fera jour demain ? Si c'est seulement l'habitude, en quoi ma confiance en l'habitude est-elle fondée ? Cette objection au pur positivisme constitue en faveur du réalisme un argument qui, assurément, n'est pas rigoureux (ainsi par exemple c'est dans notre structure à nous, non dans celle de la réalité indépendante, que Kant voit l'origine des régularités par nous observées). Un tel argument est cependant tellement simple que nous l'utilisons à toute heure sans même nous en rendre compte. C'est lui, en fait, qui nous amène à croire à l'existence d'une réalité extérieure indépendante de toute observation ou mesure. Et (n'en déplaise à Kant) il est plausible. Si l'on quitte le plan des hautes généralités pour entrer dans le détail des régularités à expliquer, si on songe aussi à la multiplicité des observateurs et à la convergence de leurs jugements sur les faits simples, on réalise que la croyance en une réalité indépendante et structurée est encore la manière la moins fantaisiste que nous ayons de rendre compte des régularités de nos observations. C'est là sans doute ce qu'Einstein voulait exprimer quand, critiquant Bohr, il écrivait : « Tous les hommes, y compris les théoriciens quantiques, tiennent fermement à cette thèse sur [l'existence de] la réalité tant qu'ils ne discutent point les fondements de la théorie quantique[51]. »

La conception d'Einstein

Parmi les objections d'ordre général, on vient de passer en revue les plus sérieuses que l'on puisse faire à la philosophie de l'expérience. Mais il en est d'autres, plus spécifiques, qui ont été formulées à l'encontre de la manière dont cette philosophie de l'expérience est mise à contribution pour établir les bases de la théorie quantique des atomes et des molécules. Là encore c'est Einstein qui a mené l'attaque.

Une opinion que l'on trouve souvent énoncée consiste à penser que si Einstein ne trouvait pas la théorie quantique satisfaisante cela tenait *essentiellement* à son caractère indéterministe. Il est vrai que sa boutade bien connue « le bon Dieu ne joue pas aux dés ! » pourrait aisément le

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

faire croire. Mais, textes en main, il paraît vraisemblable qu'un raccourci si condensé d'une vision, somme toute, assez classiquement spinozienne ne fut finalement considéré par son auteur que comme l'expression d'une objection seconde, l'objection première portant – encore une fois – sur le manque d'objectivité forte[52] de la théorie en question. Telle fut en tout cas la certitude que se forma Wolfgang Pauli au cours de ses conversations avec Einstein lui-même, certitude exposée à Born dans les lettres auxquelles il a déjà été fait allusion (voir chapitre 3 *in fine*).

En substance le raisonnement d'Einstein parcourt les étapes suivantes. Soit un corps macroscopique en déplacement libre dans l'espace, un petit grain de plomb pour fixer les idées. Il est composé d'un nombre extrêmement grand d'atomes. En théorie quantique sa fonction d'onde[53] dépend de toutes les coordonnées de ceux-ci et du temps. Mais l'équation aux dérivées partielles à laquelle une telle fonction obéit (« l'équation de Schrödinger » de ce système) est d'un type simple. Par des changements de variables appropriés on peut aisément en extraire une équation élémentaire, E, qui ne met en jeu que la fonction d'onde du centre de gravité du corps considéré. On constate que E est « l'équation de Schrödinger » d'une particule libre : ces développements mathématiques étant d'ailleurs parfaitement connus et tout à fait hors de contestation.

Einstein attire alors l'attention sur le fait, également connu, que E a une infinité de solutions acceptables dont la majorité sont des fonctions d'ondes très « étalées ». Ce qu'il faut entendre par là c'est que ce sont des fonctions qui sont appréciablement différentes de zéro dans une région de l'espace très étendue. Au moyen d'arguments qui eux non plus ne prêtent guère à contestation (et que ses adversaires sont d'ailleurs peu nombreux à critiquer), il montre que la théorie doit effectivement conserver de telles solutions. Il montre, en d'autres termes, que, pour de simples raisons de cohérence, il doit être admis que l'état de mouvement du centre de gravité de certains corps doit être descriptible par des fonctions d'ondes *étalées.*

Mais, note-t-il ensuite, la théorie quantique se prétend capable de fournir une description *complète* de la réalité physique. Si une telle expression possède un sens, elle signifie que *tout* élément de la réalité physique doit être bien spécifié par l'information que nous fournit la théorie, au moins quand cette information se trouve être la plus grande que la théorie puisse fournir[54]. Or en théorie quantique conventionnelle la fonction d'onde est

justement censée fournir cette information maximale. Mais d'autre part si cette fonction d'onde est étalée elle ne spécifie pas la position du centre de gravité dans l'espace. Si la théorie est complète il faut donc en déduire cette conséquence apparemment absurde que dans de telles conditions le centre de gravité du corps considéré n'occupe aucune position définie, bien qu'il s'agisse d'un corps macroscopique. Et Einstein d'observer que si la théorie quantique était complète « il faudrait alors s'étonner fortement de ce que, par exemple, une étoile ou une mouche que l'on voit pour la première fois apparaissent comme pratiquement localisées ». Sa conclusion est que la description par la fonction d'onde est une description *incomplète*, qui laisse de côté certains éléments de la réalité.

J'ai déjà exposé (voir chapitre 3) comment les partisans de la philosophie de l'expérience – et Wolfgang Pauli en particulier – répondent à l'objection d'Einstein. Leur méthode de réfutation consiste, on s'en souvient, à soutenir qu'il ne peut y avoir de sens à parler de la structure qu'a telle ou telle réalité à un moment déterminé si par hypothèse on ne peut connaître cette structure à ce moment. À l'intérieur du cadre épistémologique de la philosophie de l'expérience une telle réfutation est juste. Mais il faut admettre ce cadre. L'objection d'Einstein ne doit donc pas être utilisée comme une objection à la philosophie de l'expérience mais plutôt comme une contribution à la mise en lumière de la manière très radicale dont en fait usage la physique contemporaine. Ici pas de demi-mesures. Pas question d'une adhésion à la philosophie de l'expérience qui serait faite du bout des lèvres. Ou qui se réduirait peu ou prou à la simple affirmation du fait qu'il vaut mieux croire aux faits qu'aux théories. Ou encore à d'autres, semblables, généralités. Si l'on propose la maxime selon laquelle on ne doit parler que de ce qu'on sait, j'y applaudirai. Si l'on ajoute que l'on ne sait guère que ce que l'expérience apprend, que la théorie est la servante de l'expérience, j'applaudirai peut-être encore (moins fort car je penserai par exemple aux réticences de Piaget). Mais si l'on me dit que la philosophie de l'expérience tient tout entière dans de telles vues, alors je ferai observer que dans ce cas elle est bien impuissante à réfuter l'objection d'Einstein relative au manque d'objectivité forte de la théorie quantique habituelle.

Si le but que l'on vise est bien de fonder cette théorie – et, partant, la physique moderne – sur la philosophie de l'expérience, alors l'analyse centrée sur l'objection d'Einstein permet d'évaluer assez bien une sorte

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

de « prix minimum » qu'un réaliste doit « débourser » (en reniant des intuitions qui lui sont chères) pour obtenir ce résultat. Il s'agit d'une véritable réduction de la réalité aux phénomènes et d'une référence explicite de ceux-ci à l'homme, par l'intermédiaire d'une référence essentielle aux moyens d'investigation de ce dernier.

Mais, dira-t-on, la nécessité d'une telle référence n'est-elle pas, précisément, reconnue depuis fort longtemps par les philosophes ? Ceux-ci ne savent-ils pas que, comme l'écrit par exemple Henri Bergson[55], « ce qu'il y a de visible et de tangible dans les choses représente notre action possible sur elles » ? Assurément, un grand nombre de philosophes se sont exprimés dans ce sens. Mais leur usage habituel de formules très générales ne permet pas toujours de préciser autant qu'il le faudrait la nature vraie de leur pensée. Il existe une manière non choquante pour un réaliste de comprendre la phrase de Bergson (et je ne suis pas sûr que cet auteur lui-même ne l'ait pas entendue ainsi) : elle consiste à faire observer que les diverses espèces vivantes sont dotées d'organes sensoriels extrêmement variés quant à la nature des différences qu'ils perçoivent. Un jardin vu par un homme et le même jardin vu par une grenouille sont à n'en pas douter des structures incroyablement différentes. Chacun de ces deux êtres voit des contrastes là où l'autre n'en voit pas : de sorte que chacun découpe en quelque sorte le réel à sa manière. Et comme les sens sont en grande partie des outils dont l'évolution a doté les êtres en vue de l'action – indispensable à la survie –, il est exact de dire que ce découpage est finalement réalisé en vue des actions possibles de chaque espèce sur le réel.

Encore une fois, à une interprétation de ce type de la phrase citée de Bergson même le réaliste le plus convaincu (au sens où j'ai défini le mot « réalisme ») n'a rien de significatif à objecter. Mais – de nouveau – il faut bien comprendre qu'une interprétation aussi « conciliante » de la réduction des phénomènes à l'homme – aux capacités de l'observateur – ne suffit en rien à résoudre l'objection d'Einstein. Pour le réaliste en effet, le jardin introduit ci-dessus comme exemple est une structure en soi, extraordinairement compliquée si l'on songe à toutes les parties infimes qui le composent, donc représentable en droit au moyen d'un nombre immense de paramètres, et les individus de chaque espèce ne sont sensibles qu'à *certains* de ces paramètres. En d'autres termes, les descriptions que leurs sens leur offrent du jardin sont des descriptions *incomplètes.* On

conçoit alors aisément qu'elles soient différentes les unes des autres et que le « phénomène » dépende des possibilités d'action. Mais, au contraire, la description de la réalité que la théorie quantique prétend fournir est, nous disent ses fondateurs, une description *complète*. Qui connaît, par exemple, la fonction d'onde connaît par là même *tous* les paramètres. Pour qui croit véritablement cela, la nécessité de référer cette description aux possibilités d'investigation de l'homme prend une tout autre dimension. Au plan philosophique, elle devient, si l'on veut, beaucoup plus profonde. Beaucoup plus proche en tout cas des idées de Berkeley ou, si l'on préfère, d'une interprétation très radicale de la phrase de Protagoras « l'homme est la mesure des choses ».

Nouvelle critique d'Einstein

Mais si le réaliste peut légitimement critiquer l'idéalisme caché qu'il détecte chez les partisans de l'interprétation de Copenhague, ceux-ci ne peuvent-ils pas à leur tour accuser le premier de dogmatisme dans sa conception du réel ? Ne peuvent-ils pas lui reprocher de vouloir couler à toute force la théorie physique dans le moule d'une vision préétablie de la forme qu'elle devrait avoir ? L'histoire des sciences montre qu'effectivement ce danger est grand. Et les théoriciens de la génération qui a suivi celle d'Einstein ont été presque unanimes à blâmer celui-ci d'avoir renoncé dans ce cas précis à l'attitude ouverte de ses débuts, c'est-à-dire à celle même qui l'avait conduit à découvrir l'inexistence du temps universel admis par la physique newtonienne. Plus précisément énoncée, la critique devenait ceci : « Einstein se forme une idée *a priori*, philosophique et par conséquent (que le lecteur philosophe se voile ici la face !) mal définie, du concept de réalité. »

Les notions les plus fondamentales sont bien entendu les plus difficiles à définir. Einstein a cependant voulu relever le défi. Il a cherché à préciser de façon opérationnelle ce qu'il fallait entendre par un « élément de réalité ». Il va de soi qu'il était tout à fait conscient du fait que nous n'avons pas une connaissance directe des choses mêmes mais seulement de nos sensations et de nos actions. Il a donc voulu définir l'élément de réalité en se référant aux grandeurs physiques observées.

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Pour comprendre la définition donnée par Einstein, et qui sera transcrite plus loin, il est indiqué de considérer un exemple similaire à celui étudié au chapitre 4. Soit donc un test, d'un type que j'appelle « A ». Je suppose avoir constaté que tous les individus qui réussissent (échouent) une première fois à ce test y réussissent (échouent) lors de la répétition de celui-ci, au moins dans les cas où ils ne subissent dans l'intervalle aucun autre test d'un type différent. Je m'interroge sur le degré de réalité qu'il m'est légitime de conférer à chaque instant à la notion d'*aptitude* d'un individu donné à passer un tel test.

La réponse paraît, dans ce cas, s'imposer. Il est clair que si l'individu passe le test une première fois avec succès son « aptitude à passer un test du type A » est ensuite quelque chose de bien réel. En revanche, je ne peux rien dire au sujet de la réalité de cette même aptitude chez l'individu *avant* qu'il ne subisse le premier test. Le test en effet peut être d'une nature telle que confrontés à lui la plupart des gens donnent une réponse au hasard mais qui s'imprime dans leur pensée et les conduit à répéter leur performance initiale – bonne ou mauvaise – lors de tous les tests ultérieurs formant une succession ininterrompue. Dans un tel cas, parler de l'aptitude d'un individu qui n'a jamais passé le test à y réussir n'a évidemment pas de sens. Une telle notion ne répond à rien de *réel.*

Si maintenant on réfléchit sur cette réponse même, si on analyse la raison qui fait qu'elle semble effectivement s'imposer, on peut avancer ce qui suit. Dans le cas où l'individu a passé avec succès un premier test je peux, en m'aidant de l'induction, prédire avec certitude qu'il réussira les suivants. Alors qu'avant le premier test je ne peux faire aucune prédiction certaine.

Voilà que le critère que j'ai spontanément utilisé pour déterminer dans un cas simple ce qu'il convient d'appeler « réel » est maintenant énoncé d'une manière générale. Il est donc naturel de l'ériger en définition et de dire que si l'on peut prédire avec certitude quel sera le résultat d'une mesure de telle ou telle grandeur physique alors à cette grandeur physique correspond un élément de réalité. C'est précisément ce que fait Einstein. À ceci près cependant qu'il prend une précaution supplémentaire. Celle-ci est motivée par l'existence d'une certaine ambiguïté présente dans l'expression « si on peut prédire avec certitude ». Dans l'exemple ci-dessus donné, il ne faudrait évidemment pas que quelque esprit faux s'avisât de rétorquer « cette possibilité existe à chaque instant, *et même avant le premier test,*

puisque, à chaque instant, on peut mesurer l'aptitude en question » (au moyen, s'il le faut, d'un test préliminaire). Pour lever cette ambiguïté – qui dans d'autres exemples pourrait être moins apparente, et donc plus grave, qu'elle n'apparaît dans celui-ci – Einstein et ses élèves, Podolsky et Rosen, proposèrent finalement la définition, devenue célèbre, que voici :

Éléments de Réalité (Einstein, Podolsky et Rosen) :

« Si, *sans perturber aucunement un système*, nous pouvons prédire avec certitude la valeur d'une grandeur physique, alors il existe un élément de réalité correspondant à cette grandeur. »

Ici l'incidente « sans perturber, etc. » lève l'ambiguïté signalée puisque dans l'exemple choisi la possibilité d'une mesure préliminaire s'accompagne de celle d'une perturbation apportée à l'individu par cette mesure (perturbation pouvant provoquer la création d'une aptitude non préexistante).

Muni d'une définition opérationnelle du réel due à la plume d'Einstein lui-même, il est naturel que je fasse retour à l'argument de cet auteur ci-dessus exposé et concernant les corps macroscopiques. Se peut-il qu'avant toute mesure le centre de gravité d'un corps macroscopique ne soit pas localisé mieux que dans les limites du support de la fonction d'onde (c'est-à-dire parfois très mal) ? En d'autres termes, se peut-il que la position de ce centre de gravité ne soit pas un « élément de réalité » dans les circonstances envisagées ?

Ici une surprise de taille attend le réaliste. Car la réponse est « oui, cela se peut ». Du moins si l'on se réfère à la seule définition d'Einstein, Podolsky et Rosen. En effet, avant toute mesure de la position en question (ou de grandeurs reliées à elle) il est bien clair que nous ne pouvons pas prédire avec certitude quel est le résultat qu'en donnera l'observation. Ceci devrait me confirmer, s'il en était besoin, dans l'idée qu'une définition opérationnelle du concept de réalité n'est pas aisée à obtenir : puisque même Einstein, quand il est pressé d'en produire une, ne fournit qu'un énoncé impuissant à justifier son intuition de départ.

Ce n'est pas à dire, cependant, que la définition d'Einstein, Podolsky et Rosen soit demeurée inemployée. En fait ces auteurs l'ont simplement appliquée à un autre cas, dans lequel ils ont cru pouvoir prendre en défaut

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

la thèse spécifiant que la théorie quantique est capable de fournir une description complète de la réalité. Il s'agit du cas des corrélations à distance étudié ici au chapitre 4.

Pour comprendre comment une telle application a été faite il suffit de reprendre dans leur substance certains des développements de ce chapitre. On peut ainsi imaginer que dans un échantillon assez grand d'une population de couples chaque élément mâle est soumis au test A dans un certain lieu et chaque élément femelle est soumis au même test en un autre lieu. On supposera de plus que l'issue du test n'est pas toujours la même mais que, selon toutes les observations passées, faites sur d'autres couples de la même population, si l'issue est favorable en ce qui concerne le mâle elle l'est aussi en ce qui concerne la femelle et inversement. Si, sachant tout cela, j'apprends que l'issue d'un certain test A a été favorable pour un certain mâle je peux prédire avec certitude que la femelle correspondante passera avec succès son test à elle. Et de plus cette certitude, je l'ai acquise sans perturber ladite femelle, puisqu'elle est éloignée du lieu de mon information. Ici, donc, la définition d'Einstein, Podolsky et Rosen s'applique : je peux affirmer qu'avant de subir aucun test la femelle a déjà une aptitude bien définie, soit positive soit négative (inaptitude), à le passer avec succès. Je puis dire que cette aptitude est un élément de réalité. Je peux également affirmer que cette aptitude n'est pas identique chez toutes les femelles de l'ensemble puisque les issues des tests effectués sur les mâles sont différentes les unes des autres. Enfin, l'aptitude en question, je suis certain que la femelle la possédait immédiatement avant le test effectué sur « son » mâle. Pour affirmer cela, il me suffit de faire valoir, une fois encore, le fait que la femelle est, à l'instant considéré, éloignée du lieu où le test en question est effectué. Si tous les *couples* de l'ensemble sont – avant tout test – représentables par une même fonction d'onde (ce qui n'est pas possible pour des êtres vivants mais l'est dans certains cas pour les couples de particules), je dois en conséquence reconnaître que certains des couples décrits par une seule et même fonction d'onde n'ont pas les mêmes éléments de réalité : autrement dit, je dois concéder que la description de la réalité physique que nous fournit la fonction d'onde est une description *incomplète.*

Dans l'esprit d'Einstein, Podolsky et Rosen un tel argument[56] démontrait ainsi l'existence physique de paramètres supplémentaires (dits « cachés ») non décrits par la fonction d'onde. Et, du fait de cette existence, étaient en

même temps levées – cela est quasi évident – les diverses difficultés (qu'on se rappelle les questions d'Einstein sur l'étoile et la mouche !) rencontrées par les tentatives visant à une interprétation réaliste de la théorie quantique habituelle.

Le verdict expérimental

À l'heure actuelle, c'est-à-dire compte tenu des acquis les plus récents de la physique, que doit-on penser de la valeur de l'argument proposé par Einstein, Podolsky et Rosen ? Pour être un peu déconcertante, la réponse à une telle question n'en est pas moins manifeste et dénuée d'ambiguïté. Cet argument *n'est pas valable*, en raison de la fausseté de l'une des prémisses sur lesquelles il repose. La prémisse en question est – dans l'exemple utilisé – celle qu'expriment ci-dessus les mots « sans perturber ladite femelle puisqu'elle est éloignée » et que reprend la phrase « il me suffit de faire valoir que la femelle est à l'instant considéré éloignée du lieu où le test en question est effectué ». Un tel usage du mot « puisque » – ou de l'expression « il me suffit de faire valoir » – n'est légitime que si un principe de localité est admis selon lequel une opération effectuée en un certain lieu ne peut perturber un système situé à ce même moment en un autre lieu, éloigné. C'est ce qu'Einstein lui-même, réfléchissant sur les critiques que lui avait adressées Bohr à propos de son argument[57], a, en définitive jugé nécessaire de préciser explicitement (bien qu'un tel principe fût, à ses yeux, l'évidence même). Si, dans l'exemple, la femelle est, à un instant donné, convenablement séparée de l'événement « test sur le mâle » alors, a énoncé Einstein, « *la situation réelle, la situation de fait, du système II* (ici la femelle) *est indépendante de ce qui est fait sur le système I* (le mâle)[58] ». Encore une fois c'est seulement si un tel principe est correct que l'argument d'Einstein est concluant. Mais ce principe, que l'on a appelé « principe de séparabilité », on sait maintenant qu'est suspecte sa fausse évidence : comme il a été exposé au chapitre 4, des expériences récemment faites ne permettent plus de considérer comme plausible l'hypothèse qu'il soit valable : au contraire c'est la non-séparabilité, qui, de fait, semble s'imposer.

En résumé, Einstein a donc échoué dans sa tentative visant à interpréter la théorie quantique d'une manière compatible avec le point de vue

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

réaliste ou, si l'on préfère, avec l'exigence d'objectivité forte. Et la raison immédiate de son échec est évidente. Tout naturellement, il a voulu introduire dans ce problème un principe de propagation à vitesse *finie* de toute influence physique, lequel eût généralisé le principe analogue découvert par lui-même et qui concerne les signaux. En d'autres termes, il a associé objectivité forte et localité. Nous savons maintenant (grâce – il faut le dire – à des recherches que ses interrogations ont en grande partie suscitées et dont il ne pouvait connaître d'avance les résultats), nous savons, dis-je, que, précisément, un tel principe généralisé a quelque chose d'erroné, et que, dans la mesure où la notion de réalité indépendante a un sens, cette réalité doit être non locale (ou, selon notre définition, « non séparable »).

Mais, manifestement, un tel échec ne veut pas dire que les tenants du réalisme doivent ici baisser les bras. Il ne prouve rien en effet contre l'hypothèse d'une réalité indépendante qui serait non locale (ou, si l'on préfère, non séparable). Au reste, il ne diminue pas non plus la force des arguments d'ordre général exposés au début du présent chapitre et qui militent contre l'adoption de la philosophie de l'expérience : puisque précisément ces arguments reviennent à contester la recevabilité *a priori* d'une philosophie uniquement fondée sur l'opératoire[59].

8
Autres approches : éléments pour un scepticisme

On l'a vu, ni le Réalisme tel que le concevait Einstein ni son antithèse, la philosophie de l'expérience, ne sont finalement des itinéraires satisfaisants. Il s'avère à l'examen qu'aucun des deux ne peut s'adapter à la fois aux contraintes issues des faits et à celles qu'entraînent nos légitimes exigences d'explications dépassant la simple description. Mais, dira-t-on, ce ne sont pas les seuls points de vue possibles. Même si l'on écarte d'emblée, comme assurément il convient de le faire, les nombreuses tentatives qui ne contiennent que préciosité creuse et ne produisent que « poudre aux yeux », la science probablement suggère, et la philosophie en tout cas indéniablement propose, une variété d'autres approches. Parmi toutes celles-ci peut-être en est-il au moins une qui respecte à la fois toutes les contraintes qu'on vient de dire ? Peut-être n'en est-il même qu'une seule : qui s'imposerait dès lors à tout esprit impartial ?

De toute évidence il serait présomptueux de croire que puisse être justifiée avec rigueur une réponse négative à une si vaste interrogation. On visera ici un but bien plus modeste, qui n'est que de signaler certaines raisons de scepticisme à cet égard. Il s'agit simplement de faire entendre pourquoi à l'heure actuelle l'essentiel du savoir – qu'on y englobe ou non, outre la science, telle ou telle des grandes philosophies les plus connues –, pourquoi cet essentiel du savoir ne paraît pas constituer une totalité cohérente susceptible de nous mettre véritablement sur la voie de solutions simples aux problèmes qu'étudie ce livre.

Le premier point que l'on posera comme évident est que *si* la notion d'*être* (synonyme ici de celle de « réalité indépendante » ou « intrinsèque »), *si* cette notion, disons-nous, possède un sens, alors c'est à la connaissance de l'être et à rien d'autre que doit aspirer le développement de tout savoir

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

vraiment digne du nom de fondamental. Une question préliminaire de la plus extrême importance est donc précisément : « la notion d'être a-t-elle un sens ? »

Malheureusement, c'est là une question piège. Une question qui, comme chacun le sait, a alimenté pendant plus de deux millénaires les controverses des philosophes. Les positivistes, par exemple, et parmi eux les opérationalistes plus encore peut-être que les autres, tendent à y apporter une réponse négative, en arguant du fait qu'une définition opératoire de l'être est manifestement chose impossible. Même aux opérationalistes on pourrait cependant répondre sur ce point. Il serait en effet possible de soutenir qu'implicitement eux aussi se réfèrent à la notion d'être : mais que pour eux l'être ultime n'est autre que l'homme. En cela ils diffèrent peut-être moins qu'ils ne pensent d'un philosophe comme Heidegger, puisque le « dasein » de celui-ci se réfère en dernière analyse à la notion de genre humain. En toute rigueur, même le solipsiste ne nie pas l'être : l'être c'est lui.

On voit où je veux en venir. Je prétends que même les philosophes qui ont cru écarter, ou surmonter, la notion d'être n'y sont pas, en fait, parvenus. Que, en fait, le résultat de leur effort fut seulement d'attribuer à l'être telle qualité ou de nier qu'il ait telle autre. N'en va-t-il pas ainsi d'Héraclite comme de Nietzsche ? Si, comme l'affirme le premier, je ne me baigne jamais dans le même fleuve cela implique-t-il une hydrodynamique inexistante (ou même simplement changeante) ? Quant au second de ces penseurs, il a certes beau jeu de souligner l'importance accordée par le premier au Devenir. Et quand il nous rappelle que dans le changement perpétuel du Monde Héraclite ne voyait que le *jeu* de Zeus, Nietzsche exalte ainsi, du moins en apparence, le changement, le jeu, aux dépens de l'être. Mais pour y parvenir ne le voyons-nous pas obligé de faire référence à Zeus ? La nécessité de construire une affirmation sensée ne le contraint-elle pas ainsi à se référer à une entité qui n'est autre que l'être même ? Et en définitive l'auteur ne démontre-t-il pas tout le contraire de ce qu'il voulait nous prouver ? N'est-ce pas à l'Être suprême, à Zeus, que revient le primat, dans ce discours ?

Assurément des remarques aussi rapides ne peuvent se substituer au grand débat philosophique, et bien moins encore conclure celui-ci. Toutefois

elles suffisent au présent propos qui est d'expliquer pourquoi il semble qu'en dépit de toute objection la notion d'être, c'est-à-dire d'une réalité indépendante de l'homme, possède un sens. Mais comme ce sens n'est pas spécifiable par une définition opératoire la possibilité ne doit certainement pas être exclue qu'il nous demeure mystérieux. Autrement dit il est prudent de n'en poser *a priori* que seulement la notion. Sans du tout préjuger des qualités de l'être. En effet, il paraît *a priori* concevable, soit que ces qualités aient leur reflet fidèle dans notre esprit (atomisme démocritéen : la réalité est un ensemble de petits grains, platonisme : elle est un ensemble d'essences dont certaines au moins nous sont familières), soit qu'il en aille tout autrement, et que, bien au contraire, les notions adaptées à ces qualités aient à être construites plus ou moins laborieusement.

Quand, de cette manière, on aborde le problème dans un esprit qu'on veut ouvert il est clair que l'on doit prendre en considération un certain nombre de thèses très différentes les unes des autres. Pour éviter les digressions trop fournies on se limitera à quelques remarques rapides concernant un ou deux exemples de celles-ci. Le premier portera sur l'usage de la dialectique. Cet exemple est très caractéristique des méthodes par le moyen desquelles la philosophie a cherché à approfondir l'être en évitant de le figer dans des catégories préétablies de la pensée.

L'idée fondamentale qui prétend justifier l'usage de la dialectique est celle d'une contradiction dans les choses. Le résumé de cette thèse – développée surtout au XIXe siècle – est que, d'une certaine manière, l'ordre et l'harmonie ne sont que de simples apparences (appartenant au monde des phénomènes c'est-à-dire constituées surtout par des projections de nous-mêmes) alors qu'au contraire la réalité intrinsèque – l'être – serait gouvernée par la contradiction.

Il n'y a pas lieu de rappeler ici les causes, d'ailleurs plus ou moins évidentes, de l'impact sociologique qu'a eu et que connaît encore la thèse dont il s'agit. Il n'est, en revanche, pas inutile d'expliciter les raisons probables qui ont fait adopter celle-ci par tant de personnes et grâce auxquelles elle est devenue pour un temps la pierre angulaire de la vision du monde de tant de milieux intellectuels et littéraires. Ces motifs paraissent sans mystère si l'on se réfère à l'histoire du développement de la thèse dont il s'agit. Pour Hegel, en effet, l'être est Esprit. Et il est assez clair que l'esprit humain primitif est dominé par des contradictions (lesquelles

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

peuvent d'ailleurs avoir une valeur émotionnelle ainsi qu'on le voit dans la tragédie). Que, dans cette conception du monde, la réalité primitive, l'être, soit identifiée en quelque manière à l'esprit humain primitif est chose tout à fait naturelle ; et l'existence de contradictions dans les choses se trouve dès lors établie. Chez les autres penseurs, tels que Nietzsche, qui ont mis la thèse à la mode il semble que l'intuition de départ soit extrêmement similaire.

Mais une démonstration vaut ce qu'en valent les prémisses. Cette intuition, donc, que vaut-elle ? Est-il exact que la réalité première soit en quelque manière identifiable à la vie humaine ou à la conscience primitive ? À l'appui d'une telle conception, Nietzsche citait Schopenhauer, et cela à bon droit. Il est bien vrai que, pour quiconque adhère à la vision du monde exprimée par le titre *Le Monde comme volonté et comme représentation* du célèbre ouvrage de cet auteur, l'intuition dont il s'agit est celle d'une vérité profonde. Là où apparaît une réelle difficulté, c'est quand on constate que les penseurs qui ont eu le plus d'influence dans la dissémination de la thèse ici discutée (celle de l'existence de contradictions dans les choses) furent précisément ceux qui rejetèrent avec le plus de véhémence les conceptions « spiritualistes » de Schopenhauer. Il devient alors extrêmement difficile de comprendre sur quel argument cohérent ces derniers penseurs se sont fondés pour justifier à leurs propres yeux leur adoption de la thèse dont il s'agit. À dire vrai on ne peut écarter entièrement l'hypothèse selon laquelle ils empruntèrent celle-ci telle quelle à leurs aînés sans véritablement chercher à en analyser les tenants et aboutissants.

Il n'est pas absurde de penser que l'incorporation de cette même thèse dans le système de dogmes et de tabous de l'intelligentsia occidentale de l'après-guerre résulte, au moins pour une part, d'un phénomène du même type. L'idée est séduisante au plan émotionnel. Elle est féconde en applications « concrètes » de toutes sortes. On peut lui donner une certaine justification rationnelle à partir de l'idéalisme ainsi que l'on vient de le constater, et une telle justification a effectivement reçu le parrainage de célèbres auteurs du passé qui acceptaient tous plus ou moins les prémisses de l'idéalisme. Pour ceux d'entre nous qui refusent l'idéalisme, la tentation peut être grande de se rappeler seulement deux faits, le premier étant que la thèse ici discutée est séduisante, et le second étant qu'elle a reçu une certaine justification d'ordre intellectuel de la part d'auteurs tenus

pour difficiles et pour profonds ; et d'oublier tout simplement sur quelles prémisses cette justification était fondée.

Bien entendu, il est impossible de persister dans une telle attitude mentale dès qu'on en réalise l'incohérence. On peut cependant renoncer à toute référence à l'idéalisme et tenter de justifier la thèse en question par des arguments plus modernes dans leur apparence. On trouve ainsi dans la littérature bien des textes décrivant les contradictions de telles ou telles formes de société et qui passent de là – par une généralisation hardie ! – à l'idée qu'il doit exister des contradictions (ou des *négations* comme l'on dit parfois) au sein des lois fondamentales de l'Univers. Qui ne voit cependant que l'argument – si c'en est un ! – est du même type que celui ci-dessus étudié, et qu'il est sujet à la même objection ? Enfin souvent, sous l'inspiration de Hegel, le raisonnement prend une forme plus théorique et plus abstraite. L'Être, dit-on, est aussi Non-Être : sans cela il serait statique. Et la contradiction est surmontée par un passage à la synthèse, c'est-à-dire au Devenir. Pour garder le lien avec le concret la plupart des auteurs de tels développements jugent nécessaire à ce stade de décrire quelques exemples. Ils choisissent pour cela des systèmes dans des états non stationnaires et le plus souvent des êtres vivants. Tout vivant – tout « être » – doit mourir un jour. Ce qui signifie faire retour au Non-Être. Mais la destruction de la graine est le Devenir de la plante, et ainsi de suite. En d'autres termes ces auteurs entretiennent tous chez leur lecteur – involontairement, on l'espère ! – une confusion entre d'une part les changements d'un système non stationnaire (changements qui, nous le savons bien, interviennent aussi en physique classique, donc dans un domaine où les contradictions logiques n'ont assurément aucune place) et d'autre part les véritables contradictions d'ordre logique, du type « A est A mais A est aussi Non-A ». Dans la plupart des cas les exemples choisis le sont en vertu de leur résonance émotionnelle (naissance, mort, germination, etc.) de manière à rendre la « démonstration » le plus convaincante possible…

Il est juste de souligner que, même au temps de leur plus grande vogue, de telles facilités intellectuelles n'ont guère leurré les membres de la communauté scientifique. Ceux-ci se sont en général vite aperçus que dès qu'ils essayaient de discerner une thèse valable par-delà de mauvais exemples, dès qu'ils tentaient de faire la part de la maladresse dans l'illustration, afin de retrouver l'idée profonde de l'auteur, l'idée en question s'avérait être tout

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

à fait inconsistante. Aussi la plupart des scientifiques qui, en dépit de tout, ont persévéré dans les conceptions plus ou moins issues de la dialectique hegélienne ont-ils choisi un moyen terme. Pressés par quelque adversaire, ils finissent par accorder qu'il n'existe pas de contradictions dans les choses et maintiennent seulement qu'elles existent dans nos actuels moyens de description: ce qui certes est incontestable – les modèles sont toujours partiels – mais ne nous apprend rien sur l'être. En définitive il y a donc une parenté entre le scientifique qui se réfère au matérialisme dialectique et le scientifique positiviste: une parenté parallèle à celle qui existe entre la dialectique hegélienne et le positivisme. Aux yeux d'un arbitre impartial la première de ces deux doctrines ou bien ne concerne pas l'être ou bien n'est pleinement cohérente, comme on vient de le voir, que dans une perspective idéaliste. De même, la seconde centre tout sur l'observation c'est-à-dire sur l'esprit humain. Mais le scientifique adepte du matérialisme dialectique n'accepte pas de telles bases, et l'homme de science « positiviste » pas davantage en général. Aussi se passe-t-il ceci que l'un et l'autre préfèrent dans la plupart des cas un certain « flou » dans leur doctrine à l'inconvénient qu'ils trouveraient à aller au bout de celle-ci.

La pensée de Husserl, qui fit tant d'adeptes chez les philosophes, n'a jamais éveillé d'écho appréciable dans les milieux scientifiques. À cela près, on pourrait faire à son sujet des remarques un peu similaires à celles qui précèdent. Par exemple, Husserl – et qui ne le suivrait? – attire notre attention sur la saveur irremplaçable du vécu. C'est dans les choses telles qu'elles sont perçues, dans le donné immédiat, dans les phénomènes inanalysés qu'il nous propose donc de voir la plus profonde réalité. Puisque – nous disent ses émules – vous admettez vous-mêmes avoir tant de difficultés à introduire votre réalité indépendante, pourquoi ne pas l'effacer du système? C'est seulement en pensant le pommier comme donné, là dans le jardin, en vous abstenant à son égard des dissections intellectuelles du savant, que vous parviendrez à capter toute la subtile complexité de l'être.

Dans la mesure où ils nous incitent à la poésie (donc à refermer les traités de philosophie les plus pesants et, en tout premier lieu, ceux de Husserl lui-même !), de tels préceptes ont assurément des aspects positifs. En tant que critiques du caractère fondamental de la recherche scientifique rationnelle je crains cependant qu'ils ne soient fondés sur la méconnaissance

de deux faits. L'un de ceux-ci est le pouvoir que possède la physique moderne de rendre compte de façon très nette et très détaillée de notre expérience sans – précisément – faire intervenir le concept de réalité indépendante : par une mathématique *non ontologique* qui, selon le mot déjà cité de Heisenberg, cherche à décrire nos rapports avec la Nature mais non plus la Nature en soi. L'existence d'un tel pouvoir mine quelque peu, me semble-t-il, les bases de la critique qu'adressent à la science certains des disciples plus ou moins orthodoxes de Husserl. L'autre fait méconnu par les disciples en question est l'existence de solutions complexes à des équations différentielles qui sont simples, et de représentations compliquées de certains groupes de transformations dont la structure s'exprime de façon très concise. Un tel fait a pour conséquence que des formules ramassées comme les équations de Maxwell ou de Schrödinger peuvent fort bien sous-tendre une chatoyante diversité – une diversité presque infinie – de phénomènes. Pour qui sait tout cela, la proposition husserlienne de réduction au vécu a quelque chose d'un peu naïf. De même que, de la part d'un physicien, il paraîtrait naïf et même saugrenu de proposer l'abandon des équations de Maxwell et de Schrödinger en arguant qu'un tel abandon permettrait d'appréhender mieux les phénomènes dans leurs différences qualitatives. En résumé, même ceux d'entre nous qui se décident à suivre ou à interpréter Husserl par quelque opération de déréalisation des objets ne sont nullement tenus à l'abandon du quantitatif auquel ce dernier et ses adeptes nous convient. Bien au contraire, car un tel abandon représente en quelque sorte une perte sèche : où est la lumière supplémentaire qu'il est supposé apporter ? Mais d'un autre côté, si cet abandon n'est pas fait, alors, ainsi modifiée la philosophie de Husserl et de ses disciples me paraît ressembler beaucoup – en plus vague – à la philosophie de l'expérience, dont les mérites mais aussi les difficultés ont été discutés plus haut.

Encore une fois, il n'y a pas lieu de scruter ici en détail les cheminements vers l'être de la pensée philosophique proprement dite. Les rapides notes qui précèdent suffisent, je crois, à justifier à leur égard une attitude faite assurément de curiosité et d'intérêt mais également de non totale satisfaction. La quête doit être poursuivie, et les autres modes d'approche doivent aussi être examinés. Et je pense, bien évidemment, à ceux qui sont propres aux scientifiques.

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Ici nous changeons d'univers. À l'opposé des philosophes, les hommes de la Renaissance qui ont créé la science moderne se sont intéressés au partiel, au concret, au petit. C'est à dessein qu'ils se sont détournés des grandes questions trop générales. L'esprit du temps, l'appétit des choses terrestres, les incitaient à se jeter éperdument dans les problèmes particuliers. Avec éblouissement ils constatèrent que ces derniers, dans certains cas, étaient solubles ; et que les solutions, fondées sur l'expérience aidée de la pensée, étaient merveilleusement définitives. De ce temps date une certaine méfiance, que l'homme de science, paysan du Danube, nourrit contre tous ceux qui ne cultivent pas un petit champ bien circonscrit. La méfiance, si l'on veut, de la fourmi scientifique face aux cigales philosophiques.

Seulement le temps du « fragmentaire », s'il reste actuel au plan psychologique, est objectivement révolu : très vite il s'est avéré en effet que les solutions scientifiques des problèmes particuliers se raccordaient les unes aux autres pour donner des solutions stables à des problèmes plus généraux. Sans l'avoir aucunement cherché les scientifiques se trouvèrent ainsi en mesure de fournir des réponses neuves, plausibles et fécondes à des questions difficiles à propos desquelles leurs devanciers philosophes s'étaient heurtés les uns aux autres, sans pouvoir vraiment progresser. Nous savons aujourd'hui ce qu'il en est de l'harmonie des sphères. Nous savons comment naissent et meurent les étoiles. Surtout, nous pouvons dire ce qui *sera.* Dans tous les domaines nous avons en effet immensément généralisé ce pouvoir qui déjà éblouissait Victor Hugo : celui de prédire les retours des comètes. Nous connaissons les « grands secrets » de la matière. Depuis un demi-siècle, grâce à l'avènement de la mécanique quantique, nous calculons avec exactitude la stabilité, le rayonnement des molécules et des atomes. Nous pouvons dire à l'avance avec précision ce qui adviendra à un ensemble de ceux-ci dans telles ou telles circonstances et nos calculs à cet effet sont vérifiés par l'expérience, tous les jours et partout. Nous avons la pierre philosophale car nous savons faire des transmutations d'éléments.

La structure des noyaux d'atomes nous est en effet familière. Qu'on me permette, en vue de la discussion qui va suivre, de rappeler en quelques mots qu'ils se composent de nucléons (protons et neutrons), des champs dits « mésiques » y jouant le rôle de ciment et assurant la stabilité du

complexe. Depuis la dernière guerre la connaissance de tels champs a fait des progrès très considérables de même que plus généralement celle des constituants du noyau de l'atome. On nomme « physique des particules élémentaires » ce prolongement de la physique nucléaire. Une de ses dernières découvertes est que les nucléons eux-mêmes sont composés : maintenant on se les représente à leur tour comme des systèmes de particules appelées « quarks » liées ensemble par des champs dits de *glu.* Une telle description est essentiellement théorique (personne n'a jamais isolé un quark et il se peut que contrairement aux noyaux les nucléons soient authentiquement « insécables »). Loin d'être arbitraire elle est cependant fondée au contraire sur la convergence de beaucoup d'expériences précises, dont à l'heure actuelle la théorie formelle (c'est-à-dire mathématique) ne parvient à faire une synthèse que par la description dont il s'agit.

Bien entendu, sur le plan de la théorie de la connaissance ce qui est remarquable est précisément que la synthèse mathématique reste possible et s'avère dénuée d'ambiguïtés. Mais attention ! Ce triomphe – car c'en est un ! –, encore faut-il saisir sa véritable essence. Signifie-t-il que c'est par l'étude des théories les plus récentes sur les particules élémentaires (quarks, champs de jauge, gluons, etc.) que nous atteindrons à ce que la science a à dire de plus fondamental concernant la réalité ? *A priori* la réponse paraît bien évidemment être « oui ». Et cependant il n'en est rien. C'est l'étude des principes généraux de la théorie quantique, et non pas celle des théories actuellement en cours de développement sur les particules élémentaires, qui nous rapproche le mieux des problèmes les plus profonds concernant la réalité intrinsèque.

Une telle assertion peut paraître étrange et doit donc être justifiée. Pour cela il faut rappeler plusieurs points. Le premier est que – comme déjà noté ci-dessus – les descriptions des particules que fournit la physique actuelle sont essentiellement théoriques. Même quand elles font image (comme celle d'un nucléon « composé de quarks » par exemple), il faut bien se souvenir du fait que ce qui leur confère leur valeur, et on doit même dire leur substance, ce n'est pas l'imagerie spatiale qu'elles évoquent (cette dernière est toujours en partie trompeuse), c'est la mathématique qui les sous-tend. Ou, plus exactement, c'est la théorie physico-mathématique qu'elles ne font que traduire. Par là il faut entendre non seulement une collection d'entités mathématiques – fonctions, fonctionnelles, opérateurs

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

et ainsi de suite – mais aussi et surtout un ensemble de règles faisant correspondre ces entités au monde physique observé.

Le deuxième point est le suivant. Il est vrai que la théorie physico-mathématique actuelle des particules élémentaires met en jeu un certain nombre d'entités mathématiques – matrice S, lagrangien, champs renormalisés, etc., leur énumération serait fastidieuse et bien inutilement technique – qui lui sont assez spécifiques et qui sont des outils que, pour la plupart, elle a elle-même façonnés pour son propre usage. En revanche, les règles très générales faisant correspondre ces entités au monde physique observé, les règles générales, autrement dit, qui assurent la correspondance entre le formalisme mathématique et l'expérience, ces règles sont empruntées telles quelles à la théorie atomique : elles ne sont autres que les principes fondamentaux de la théorie quantique de nos pères. Malgré tous leurs efforts les théoriciens actuels n'ont à cet égard rien pu découvrir de meilleur.

Le troisième point, peut-être le plus fondamental, est que, pour le réaliste, l'interprétation de ces principes fondamentaux est extrêmement loin d'être évidente comme on l'a vu. De telle sorte qu'en définitive le penseur réaliste qui cherche à connaître la réalité physique par le moyen de la physique moderne constatera très vite qu'il lui est relativement indifférent de penser en termes d'une particule connue depuis extrêmement longtemps, comme l'électron, ou d'une des particules les plus récemment découvertes ou imaginées, comme le quark. Invinciblement sa réflexion, dans l'un comme dans l'autre cas, le ramènera en effet aux problèmes les plus décisifs, qui ne sont pas de savoir en quels types de familles se groupent les particules, ou autres questions de ce genre, mais bien : que signifie ce langage que nous employons ; quel sens est-il légitime de donner ici à la traduction du formalisme dans l'expérience et de l'expérience dans le formalisme, bref que peut-on affirmer quant aux règles générales assurant ces correspondances ? C'est-à-dire qu'en fait il devra étudier les principes fondamentaux de la théorie quantique, ce qui justifie mon assertion. S'il s'en abstient, alors il risque fort d'interpréter les descriptions de la matière fournies par la physique des particules élémentaires dans les termes de l'atomisme démocritéen naïf, lequel constitue il est vrai un modèle à peu près acceptable en toute première approximation pour le physicien mais lequel représente cependant une contrevérité pour toute pensée qui se soucie de l'être (comme j'espère l'avoir démontré au chapitre 6).

Une telle remarque est grave, et très déconcertante quand on y songe. Elle rend quasiment inutile pour la recherche dont il s'agit (celle d'une description adéquate de la réalité indépendante, de l'être) l'immense réserve de données que constitue la physique des particules élémentaires. Ou, plus exactement, elle a pour conséquence que la seule information utile à ce propos que fournisse la physique dont il s'agit est celle, notée plus haut, selon laquelle, même au niveau subnucléaire, les principes de base de la théorie quantique s'appliquent encore. Cette information, il est vrai, est fondamentale. À elle seule elle justifierait l'immense effort déployé depuis trente-cinq ans en physique des particules. Mais une fois notée cette donnée unique je ne peux espérer m'approcher davantage d'une véritable connaissance de la réalité indépendante en m'appuyant essentiellement sur mon savoir physico-mathématique détaillé concernant la théorie des particules. Ce dernier me devient donc, en cela, sinon inutile du moins secondaire.

Puis-je au moins faire mien le fameux cri « tout est géométrie » ? Plus généralement, puis-je me rallier à la vision du monde qui était celle d'Einstein et qui est décrite au chapitre 2 sous le nom (ambigu certes, mais j'ai précisé là ce qu'il recouvrait à mes yeux) de pythagorisme ? La question est délicate du fait que tout pythagorisme est par définition à prétention ontologique ; il cherche à décrire « ce qui est ». Si j'interprète la question dont il s'agit comme signifiant « puis-je considérer la théorie des champs quantiques et toutes les autres composantes de la théorie actuelle des particules élémentaires comme constituant des éléments d'ontologie ? » (au même titre que la relativité générale a prétendu, dans l'esprit de ses auteurs, au statut d'élément d'une ontologie), alors la réponse est « non ». En effet, les principes fondamentaux de la théorie quantique, sur lesquels – encore une fois – tous ces actuels développements théorico-expérimentaux sont en définitive ancrés, ne sont aucunement – dans leur état actuel – susceptibles d'une interprétation en termes de « description de ce qui est ». On l'a vu au chapitre 3, ces principes ne peuvent prétendre qu'à décrire ce qui est stable et dénué d'ambiguïté dans les prédictions observationnelles que nous pouvons nous faire les uns aux autres. Ici encore, la question ne serait susceptible d'une réponse positive que si on la référait à une future théorie, fondée sur des principes qui seraient différents et qui permettraient une interprétation réaliste des éléments fondamentaux de la théorie quantique.

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Mais la recherche de tels nouveaux principes se heurte à des ambiguïtés considérables, qui jusqu'ici ont quasiment découragé une communauté internationale de chercheurs extrêmement orientée, au demeurant, par la philosophie positiviste, et contestant donc – au surplus – qu'une telle recherche soit fondée.

Par les considérations qui précèdent je crois avoir établi la validité de l'assertion formulée au début de ce chapitre : à savoir que, de quelque manière qu'on le considère, l'essentiel de l'actuel savoir humain ne constitue pas une totalité cohérente et qu'aucune de ses parties n'est suffisante pour nous ouvrir une voie royale vers la connaissance de ce qui est fondamental : de ce qui *est*.

9
Réel voilé

Dans leur lit, le soir, les enfants exigent des précisions sur le conte. Combien grosse était la citrouille? De quelle couleur les bottes du chat? De même notre raison et nos désirs harcèlent-ils notre entendement positif. Alors, toute cette physique ! N'accouchera-t-elle en définitive que de règles et de recettes?

Les détails précis, certes, ne manquent pas. Ils rempliraient des centaines d'ouvrages. Là où la vraie difficulté commence – difficulté escamotée, il faut le dire, autant par les traités que par la vulgarisation –, c'est, bien entendu, quand il s'agit de faire un tri dans tout cela; quand il s'agit de mettre de côté tout ce qui est seulement description de modèles, et de voir s'il reste quelque chose. D'autant que, en la matière, la recherche d'une rigueur parfaite peut paradoxalement apparaître comme un peu simpliste à certains. S'y essayer c'est prêter le flanc à la critique de ceux – physiciens ou philosophes – qui posent en principe que « bien entendu, à la limite, tout est modèle ». Et qui maintiendront que ce qui est subtil et beau c'est d'élaborer une hiérarchie de modèles, allant des grandes théories générales, telle la théorie quantique, qui couvrent apparemment toutes les sciences exactes empiriques, à la multitude des petits modèles particuliers et de valeur très limitée, comme celui de la sphère céleste et de l'écliptique ou ceux qui pullulent en théorie des particules.

La notion de modèle est étudiée plus loin mais dans ses grandes lignes elle est connue et il est légitime d'y faire déjà référence.

Assurément c'est une conception très saine et très féconde de la *recherche scientifique* que celle qui y voit une hiérarchie, ou à certains égards une imbrication, de modèles. Pour l'homme qui participe au développement de la science il s'agit même là de la conception la meilleure qu'il puisse avoir de son métier. On ira jusqu'à concéder que, d'une certaine manière, une telle attitude d'esprit est indispensable à l'existence de toute personne un

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

peu instruite ! Ainsi par exemple, selon les principes classiques de la relativité générale – si bien vérifiés dans leurs conséquences – la gravitation n'est qu'une modification de la métrique de l'espace-temps. On peut la remplacer par une courbure de l'Univers (contrairement à d'autres forces qui, elles, ne paraissent pas susceptibles d'une interprétation géométrique). La force de gravitation peut donc apparaître comme n'étant qu'élément d'un modèle. Mais quand il s'agit de la vie quotidienne, ou de la technique terrestre, personne ne songe cependant à nier la réalité intrinsèque de la pesanteur, et les descriptions de machines ou d'ouvrages seraient rendues tout à fait incompréhensibles s'il y fallait renoncer au modèle et ne parler qu'en termes de courbures de l'espace. La rigueur, qui plus est, n'y gagnerait qu'à condition que cette notion de courbure ne risque pas d'être ravalée à son tour au rang de simple élément d'un modèle, surtout si ce dernier devait n'être fait que de recettes positivistes. Or tel, précisément, sera le cas si s'affirment les vues des partisans d'une quantification (encore à faire…) de la relativité générale !

Il faut donc l'avouer : à l'égard de la connaissance scientifique l'attitude raisonnable consiste à ne pas exiger le presque impossible et à se satisfaire des modèles imbriqués ou hiérarchisés à imagerie réaliste qu'elle nous procure. À cette condition la science peut nous fournir une infinité d'informations précises sur l'Univers, sa naissance, son évolution, sa composition, les galaxies, les étoiles, les corps macroscopiques en général, la vie, les atomes, les particules, que sais-je encore ? Dès lors que – connaissant la relativité générale et adhérant à l'opinion qu'elle doit être quantifiée – j'accepte *néanmoins* de tenir pour vrai que le crayon qui vient de tomber de ma main subit, de la part de la Terre, une force attractive *véritable*, dès lors je puis raisonnablement considérer – par un glissement similaire – que, dans un sens qui devra me suffire, toutes les informations qu'on vient de mentionner sont vraies aussi. Mille livres, de vulgarisation ou de science pure, sont alors à ma disposition pour m'instruire de tous les détails.

Par-delà le poste de douane

Voilà, encore une fois, l'attitude « raisonnable ». Ce n'est pourtant pas elle qui sera adoptée ici. Car, qui ne voit – après avoir pris connaissance

du contenu des précédents chapitres – que, pour pondérée qu'elle soit, elle laisse un vide de compréhension à proprement parler insupportable? Qui ne voit que les questions qu'une telle attitude laisse sans réponse sont justement les essentielles: celles qui ne sont pas « vanités »? Aussi dois-je essayer de m'aventurer au-delà des frontières jalonnées par exemple par Heisenberg[60], et dois-je tenter d'interroger la physique sur la question de savoir quelles sont, selon elle, les descriptions de la « nature en soi » qui demeurent admissibles. Assurément les difficultés rencontrées par Einstein montrent que la tentative est téméraire. Il n'en est pas moins vrai qu'elle vaut d'être entreprise. Comment pourrai-je jamais me forger une idée sensée du vaste monde si je refuse toujours de franchir les frontières sûres de mon pays?

Au départ d'une telle tentative on doit avoir une vision d'ensemble de ce qu'est la physique actuelle. Dans les milieux concernés il est généralement admis par les experts que la physique en question est fondamentalement une théorie des champs quantiques. En effet, les objets qui nous apparaissent comme des particules, la théorie les interprète comme étant des manifestations de tels « champs quantiques ». Un électron dans un certain état de mouvement n'est ainsi rien d'autre que la manifestation d'une certaine « excitation » particulière, relative au « champ électronique » universel, et ainsi de suite (les créations et les annihilations de particules sont ainsi ramenées par la théorie à de simples modifications d'états rapportées à des champs universels).

Mais les champs quantiques ne sont pas des êtres. Ils diffèrent par là de ce que peuvent être les champs dans les théories classiques. Schématiquement, leur statut est plutôt du type général de celui de grandeurs physiques observables. Dans la mesure où l'on peut se satisfaire d'une image aussi grossière, ils ressemblent moins à la tour Eiffel qu'à la hauteur – ou à la largeur, ou à la silhouette – de la tour Eiffel. Ou encore, si l'on préfère une comparaison un peu plus raffinée et plus savante, ils ressemblent moins à un électron de la mécanique quantique élémentaire qu'aux propriétés observables « position » ou « vitesse » de cet électron (aussi le formalisme de la théorie leur associe-t-il des entités mathématiques, dites « opérateurs », de même nature que celle des entités associées aux propriétés observables, position ou impulsions des particules, en mécanique quantique élémentaire: mais cette parenthèse s'adresse

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

exclusivement aux lecteurs dont les souvenirs d'école concernant ladite mécanique sont encore suffisamment proches !).

Pour le sens commun ce qui vient d'être rapporté constitue une première surprise : toutes les entités que nous connaissons seraient donc seulement des propriétés ? Mais des propriétés de quoi ? Par définition même, une propriété est propriété de quelque chose, même si ce quelque chose est très caché. C'est bien là l'évidence que, par exemple, Einstein et plus nettement encore certains de ses successeurs, tel Wheeler, semblent avoir saisi quand ils ont, l'un construit la relativité générale, les autres raffiné celle-ci et qu'ils ont émis – certes après Descartes ! – l'idée « tout est géométrie ». Dans cette thèse, supposée poussée aux limites, les particules sont assurément, comme dans la théorie quantique, réduites au statut de propriétés. Mais elles sont propriétés de quelque chose. Ce quelque chose n'est autre que l'espace ou l'espace-temps, lesquels, étant localement structurés (courbure variable) ont effectivement assez de « flexibilité » pour pouvoir posséder une infinité de « propriétés » ou configurations locales particulières. En ce sens, même poussée aux extrêmes la relativité générale classique reste fidèle au postulat de réalisme physique.

Seulement, après de longues recherches, les hommes de science en sont à l'heure actuelle presque unanimement convaincus : la relativité générale *classique* ne peut pas constituer le fondement ultime de la physique. Le monde des particules élémentaires s'avère trop riche et trop subtil pour être coulé dans un tel moule. La théorie des champs quantiques est essentielle. L'interrogation formulée plus haut l'est donc aussi : les champs sont les propriétés de quoi ?

La théorie ouvre une possibilité de réponse à une telle question. Elle introduit en effet des entités mathématiques[61] analogues aux fonctions d'onde de la mécanique quantique élémentaire et qui, comme ces fonctions, jouent le rôle de descriptions de l'état d'une réalité sous-jacente. La valeur particulière de tel ou tel champ en tel ou tel point, ou encore le nombre (positif ou nul) de particules de tel ou tel type se trouvant dans tel ou tel état de mouvement, toutes ces grandeurs apparaissent donc dans la théorie comme étant de simples propriétés de la réalité sous-jacente dont il s'agit, que plus brièvement j'appellerai désormais « la réalité ».

Il apparaît ainsi que, en théorie des champs quantiques, la réalité est à un niveau plus profond que celui où la voit le sens commun et également

la mécanique quantique élémentaire. Une particule n'y est pas en soi « une réalité ». Elle n'est qu'une propriété plus ou moins fugace de la réalité, un degré d'excitation (pour parler comme les physiciens) non pas à proprement parler d'un champ (mon langage, ci-dessus, était volontairement schématique) mais de la réalité, excitée selon le mode correspondant au champ dont il s'agit. À cela près le mode fondamental de description de la théorie des champs quantiques n'est en rien qualitativement différent de celui de la mécanique quantique élémentaire. D'une part les deux théories sont fondées sur le même formalisme mathématique général, d'autre part elles ont l'une et l'autre pour objet l'étude des propriétés observables d'une réalité sous-jacente, qui, seulement, est plus générale et plus « lointaine » dans le premier cas que dans le second. Mais une proposition déjà avancée dans les chapitres antérieurs se trouve dès lors justifiée : les principes fondamentaux de la théorie quantique sont la vraie clef des descriptions du réel fournies par la physique contemporaine. Or – m'y voilà de nouveau ! –, ces principes, cela a été amplement souligné, nous interdisent en général de parler des propriétés de la réalité comme si celles-là étaient *possédées* par celle-ci. D'où les succès pratiques de l'interprétation positiviste ! D'où, au contraire, les déboires de toutes les tentatives d'interprétation fondées sur le réalisme physique ! Inévitablement me voici heurté de plein fouet, comme j'avais tout lieu de le craindre, par le problème fondamental déjà tant de fois rencontré dans ces pages et si hautement spécifique de la théorie quantique : comment restaurer l'objectivité forte ? Comment parvenir à penser la notion de réalité indépendante, qu'il est cependant impossible de ne pas penser ? Par rapport à la mécanique quantique élémentaire – qui conservait encore l'idée qu'à défaut de propriétés une particule pouvait posséder au moins l'existence, être en soi une réalité – la théorie des champs quantiques, et donc toute la physique contemporaine, n'ont fait que reculer le point d'application du problème fondamental. Elles ne l'ont pas modifié. Pour étudier ses solutions possibles – toutes aléatoires, on l'a dit – il est donc légitime de mettre entre parenthèses la vision grandiose mais difficile de la théorie des champs quantiques et il est permis d'*imaginer* que les particules sont elles-mêmes en soi des réalités. Procéder ainsi c'est assurément s'interdire momentanément de rendre compte des phénomènes d'annihilation ou de création de particules d'aucune manière élégante : mais il peut être bon de sérier les problèmes afin de mieux les visualiser. Les considérations

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

qui suivent ne sont pas fondées sur ce procédé mais celui-ci en facilite la représentation imagée. Il revient à faire retour à la mécanique quantique élémentaire dont j'utiliserai la notion, déjà introduite, de « fonction d'onde » à la place des notions correspondantes – plus subtiles mais équivalentes quant au présent propos – de la théorie des champs quantiques.

On connaît le rôle essentiel de la fonction d'onde – de l'« orbitale » dans les descriptions des atomes fournies par la chimie contemporaine. Dans la recherche d'une interprétation réaliste de la physique fondamentale la première idée qui vient à l'esprit est donc évidemment de considérer la fonction d'onde – ou son analogue en théorie des champs quantiques – comme *étant* la réalité. Ceci implique, bien entendu, qu'une connaissance exacte de la fonction d'onde en question constitue en elle-même une connaissance complète de la réalité correspondante. Mais lors d'une observation ou d'une mesure cette fonction d'onde change brusquement en général. On conçoit qu'il y ait là une grave difficulté. Certains physiciens la résolvent en n'acceptant de prendre en considération dans la représentation réaliste que la fonction d'onde du monde tout entier, y compris donc l'observateur et sa « conscience ». La difficulté qu'ils rencontrent est que dans certains cas il résulte alors des mathématiques de la théorie que l'observateur doit nécessairement se trouver comme écartelé entre divers états macroscopiquement différents. À la limite il doit dans certains cas être à la fois vivant et mort ! Dira-t-on que dans de tels cas l'Univers entier se dédouble en une « branche » où l'observateur est vivant et une autre où il est mort ? Certains physiciens sont allés jusqu'à le prétendre[62]. À l'appui de leur thèse ils ont démontré que si tel était le cas une autre conséquence des mathématiques de la théorie est que nous ne pourrions pas nous en apercevoir (de la même manière qu'il résulte des principes de la mécanique que nous ne pouvons « sentir » la Terre avancer : ce qui ruine l'objection simpliste que pouvait faire à Copernic le « gros bon sens » de son époque).

Assurément l'idée est stupéfiante. Plus stupéfiant peut-être encore est le fait que dès que j'accepte de ne pas en sourire j'ai des difficultés pour en démontrer la fausseté par aucun argument de simple évidence ! Il semble cependant que ses partisans aient eux-mêmes du mal à préciser exactement comment ils conçoivent les phénomènes de dédoublement (ou de multiplication) des branches d'univers et surtout leurs rapports apparemment étroits avec les opérations de mesure. Des univers privés d'êtres conscients

se multiplieraient-ils et si oui selon quelles règles ? À des questions de ce genre les partisans de la théorie en question n'ont pas jusqu'ici apporté de réponse qui soit pleinement dénuée d'ambiguïté. En outre je suis actuellement conscient d'être vivant et il semble donc que la branche d'univers dans laquelle je suis vivant se distingue, au moins par là, de celles dans lesquelles je suis mort. Or cette distinction n'est pas spécifiée par la fonction d'onde de l'Univers. Il y a donc des paramètres supplémentaires à celle-ci, qui sont nécessaires pour une spécification complète de la réalité. Dès lors, la théorie dont il s'agit apparaît comme un cas particulier des théories à variables supplémentaires dont il sera question plus bas (et la question de savoir si celle-là est ou non conforme aux principes du réalisme physique doit être réduite à la question de savoir si celles-ci le sont).

Une conception différente[63] consiste à prendre au sérieux les changements brusques de fonction d'onde que prévoit lors d'une mesure toute théorie n'incorporant pas la conscience de l'observateur dans le système que cette fonction décrit. Une telle conception est dualiste : selon elle, il existe deux espèces de réalités, l'une que décrit complètement la fonction d'onde, l'autre composée de la ou des consciences des observateurs. La matière et l'esprit. D'une vision du monde qui, par son caractère révolutionnaire, stupéfiait les moins conformistes voilà que l'on est passé à une conception dont surprend au contraire l'apparence un peu traditionaliste. Et cela, chose étrange, à partir des données de la même science et par, seulement, un « petit » changement d'interprétation, pratiquement dénué de conséquences vérifiables. La possibilité « technique » d'une modification à la fois si ample et si facile déconcerte au premier abord. Cependant, elle ne fait qu'illustrer avec éclat le caractère purement subjectif et « épidermique » des étiquettes « nouveau » et « dépassé » dont trop souvent nous nous contentons pour juger le fond des idées. Contrairement à l'interprétation de Copenhague celle qu'on vient de décrire a du moins l'intérêt d'être explicitement réaliste. Elle mérite donc qu'il soit procédé à un examen, fût-il succinct, de ses qualités et de ses défauts.

En vue d'une telle étude le plus simple est de se reporter d'abord à ce qui a été noté au chapitre 7 relativement aux prises de position d'Einstein. Concernant la thèse, reprise dans l'interprétation présentement à l'étude, selon laquelle la fonction d'onde fournit une description complète de la

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

matérialité des objets, Einstein formulait, comme on s'en souvient, l'objection que voici : si une thèse semblable était vraie le centre de gravité d'un corps macroscopique n'occuperait pas toujours une position déterminée, ni même quasi déterminée. En s'inspirant de cette remarque on peut se demander d'abord si l'interprétation présente ne souffre pas du même défaut que celui qui est reproché avec raison aux philosophies idéalistes : le défaut qui réside dans l'impossibilité de rendre compte d'aucune permanence dans la localisation ou les propriétés d'objets qui ne sont perçus que de manière intermittente. Je sors, admettait Hume, d'une pièce où un feu brûle dans la cheminée. J'y rentre quelques instants après et constate à nouveau l'existence d'un feu dans la cheminée. La plus simple explication n'est-elle pas de supposer que, même en l'absence de toute perception de ma part, le feu a entre-temps continué d'exister ? De même, j'observe en un certain lieu l'existence d'un objet macroscopique et au repos. Je le laisse ensuite à lui-même. Nécessairement, d'après la théorie, sa fonction d'onde change et s'étale. Si une telle fonction constituait une description complète de l'objet la probabilité de ne plus trouver l'objet au lieu initial serait appréciable. Or systématiquement je l'y retrouve. L'explication la plus simple n'est-elle pas, ici encore, de supposer avec Einstein que, indépendamment de la fonction d'onde, le centre de gravité de l'objet possède toujours une position déterminée ?

Formulée ainsi l'objection peut être écartée par de simples arguments « techniques ». Comme toute mesure, la première mesure de la position est nécessairement imparfaite. Et pour peu qu'elle le soit, l'étalement subséquent de la fonction d'onde du centre de gravité d'un corps macroscopique se trouve être extrêmement lent. Une variation appréciable requiert aisément une durée chiffrable en termes astronomiques[64]. La relative stabilité des perceptions intermittentes reçoit ainsi une explication qui semble assez satisfaisante. Le réaliste qui veut faire sienne la présente interprétation peut cependant rester troublé par l'objection d'Einstein appliquée à la toute première mesure. Pour des raisons exposées au chapitre 7 il semble peu vraisemblable que, antérieurement à cette mesure, les fonctions d'onde de tous les centres de gravité aient été à support quasi local. Relative à Jupiter, la première mesure a-t-elle donc fixé Jupiter ? Il semble qu'ici l'exigence réaliste ne puisse se satisfaire de consciences simplement humaines et qu'un Démiurge soit nécessaire.

Un Démiurge observateur, dont le simple regard fixe des étoiles dans leur course !

Quant à la seconde objection d'Einstein (voir chapitre 7), elle débouche sur une non-séparabilité qu'il n'est aujourd'hui plus possible de ne pas tenir pour réelle. Dans l'interprétation présente la non-séparabilité tient au fait que la fonction d'onde est non locale et que donc une mesure effectuée en un endroit affecte instantanément et de façon parfois considérable la matérialité de ce qui se trouve en d'autres endroits, arbitrairement éloignés. En d'autres termes, la conscience observatrice est douée de ce fait d'étranges pouvoirs à distance. À ce propos une mise en garde est cependant très nécessaire. Comme on l'a vu au chapitre 4 la non-séparabilité ne permet jamais la transmission instantanée et à distance de signaux ou de décisions. Il ne faut donc pas compter sur elle pour une explication élémentaire de phénomènes parapsychiques. Au surplus, dans l'interprétation dont il s'agit ce n'est pas tant la conscience qui est non locale que la fonction d'onde, c'est-à-dire la partie physique de la réalité totale.

L'interprétation dont viennent d'être décrites les grandes lignes est une interprétation réaliste. Mais elle ne satisfait pas au postulat du réalisme physique car la conscience qu'elle met en jeu n'est pas décrite par la physique. Faut-il y croire ? c'est là une question à laquelle chacun répondra à son gré, après toutefois avoir noté deux choses. La première est que l'interprétation est flexible car on peut étendre le domaine de la conscience soit « vers le haut » (le Démiurge ci-dessus mentionné) soit vers le bas (« Eh quoi, tout est sensible ! » selon le Pythagore de Gérard de Nerval). La seconde est qu'elle n'est pas la seule possible.

Une dernière interprétation réaliste acceptable se fonde sur la notion de variables « cachées » ou « supplémentaires »[65]. Elle suppose que la fonction d'onde n'est pas le Tout de la réalité mais seulement un de ses aspects. L'état d'un objet physique quelconque est donc caractérisé non seulement par une fonction d'onde mais par d'autres paramètres, ou variables, que l'on nomme souvent « variables cachées » parce que la mesure des grandeurs usuelles, comme l'énergie de liaison d'un atome par exemple, n'en peut révéler la valeur en aucun sens utilisable. Telle, du moins, fut la première et la plus simple idée que les physiciens se formèrent de ces variables. Telle

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

était par exemple, comme on l'a vu, l'image que s'en faisait Einstein (au moins à une certaine époque de sa vie).

Comme on l'a vu aussi (chapitre 4) par l'apologue des frères jumeaux, la découverte de la non-séparabilité a établi la fausseté de cette conception primitive. Toute interprétation à variables cachées dans laquelle – en toutes circonstances – les résultats des mesures futures que l'on projette de faire sur un objet localisé ne dépendent que de l'état de cet objet (et de celui de l'instrument utilisé), et cela quel que soit l'objet en question, est une interprétation erronée. En effet, appliquée à certains couples de particules elle implique nécessairement (quels que soient les détails de la théorie) les inégalités de Bell, lesquelles sont violées par l'expérience, comme on l'a vu.

Dès lors, les seules interprétations à variables cachées qui soient encore acceptables sont les interprétations non locales. Dans ces dernières, comme dans les autres, les résultats des mesures futures qui seront faites sur un objet localisé dépendent non seulement de la fonction d'onde de l'objet mais aussi de paramètres supplémentaires. Ce qui est nouveau, c'est que ces derniers paramètres ne sont pas tous exclusivement attachés à l'objet en question. Leur ensemble comprend aussi des grandeurs attachées à d'autres objets ayant interagi dans le passé avec celui qu'on considère mais pouvant en être éloignés. En d'autres termes, ce qui advient à de tels objets influence nécessairement, dans certains cas, le comportement de l'objet étudié, et cela immédiatement.

Les interprétations que l'on vient d'esquisser satisfont, elles aussi, au postulat du réalisme. Est-ce un « réalisme physique » ? On pourrait le prétendre si une seule des interprétations en question était sous-tendue par une théorie elle-même unique, assez solidement ancrée dans le reste de la physique théorique pour s'imposer avec une réelle force de conviction. Mais tel n'est nullement le cas. En fait, des interprétations de cette nature ne sont intéressantes que parce que leur existence même prouve la possibilité de solutions non paradoxales au problème du réalisme. En revanche, il est impossible de les concrétiser sinon par des modèles ingénieux mais qui sont loin de s'imposer.

La restriction qui vient d'être énoncée est essentielle. Cependant, elle ne prive pas de tout intérêt tels ou tels de ces modèles, par exemple celui de Louis de Broglie et David Bohm (auquel il a ci-dessus déjà été fait allusion). Le modèle en question parvient en effet à reproduire de façon exacte

les prédictions vérifiables de la théorie quantique sans avoir à introduire pour cela au départ une distinction manifeste – un « dualisme » d'essences apparent – entre objets physiques d'une part, instruments ou observateurs d'autre part. Cette caractéristique le distingue, non seulement de certains autres modèles à variables cachées[66] mais également, semble-t-il, de toutes les autres interprétations de la théorie quantique actuellement connues. Pour ces raisons il n'est pas inintéressant d'en résumer d'une manière qualitative les aspects les plus essentiels.

Dans le modèle dont il s'agit les particules sont bien réelles. Elles sont ponctuelles et chacune possède à chaque instant une position et une vitesse déterminées. Les variables supplémentaires sont les positions en question. En plus des forces de la théorie habituelle d'autres forces, plus insolites, agissent sur les particules. Elles sont calculables à partir de la fonction d'onde au moyen d'une formule très générale et elles ont les effets suivants. Si à un instant initial un essaim de particules est statistiquement réparti conformément à la distribution de probabilité fournie par la fonction d'onde évaluée à cet instant, il reste statistiquement réparti conformément à la distribution de probabilité fournie par la fonction d'onde à tout instant. C'est grâce à cette propriété que les prédictions observables de la théorie quantique sont reproduites correctement par le modèle. Il est important de noter que, dans celui-ci, d'une part la fonction d'onde est une entité réelle, qui joue le rôle d'un système de champs de forces, et d'autre part les variables supplémentaires, bien réelles aussi, ont un double rôle. D'une part elles spécifient la localisation des particules et lors d'une mesure c'est donc elles en définitive que l'observateur « voit » directement (pour cette raison certains suggèrent de ne plus les nommer « cachées »). D'autre part, en raison de la non-séparabilité, celles attachées à un objet sont susceptibles d'influencer immédiatement non seulement les variables supplémentaires (positions) d'objets proches mais même celles d'objets arbitrairement éloignés.

Comparé aux autres modèles réalistes ci-dessus décrits – qui tous nécessitaient que l'on prenne en considération des consciences, voire même des Démiurges – celui-ci peut paraître très « mécaniste » (il semble réduire la réalité à un grand système de grains et de forces). Il donne même l'illusion du « multitudinisme » (voir chapitre 6). Son existence est-elle un argument valable en faveur d'une vision non seulement réaliste mais même

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

mécaniste, voire multitudiniste de l'Univers? Il n'en est rien pour les raisons suivantes. En premier lieu il ne s'agit, il faut y insister, que d'un modèle. Aux yeux d'un théoricien des champs quantiques sa description de la réalité au moyen de particules en nombre fixe ne peut être que trop naïve. Il faut donc douter que les vraies variables supplémentaires, si elles existent, aient le statut ontologique de positions de particules. Et si elles ne l'ont pas, beaucoup des aspects mécanistes du modèle s'effacent du même coup. Quant à son aspect multitudiniste c'est seulement une apparence due à la fois à l'image qu'on vient de dénoncer comme trop simpliste et au fait qu'à l'intérieur d'un tel cadre on a une tendance naturelle à oublier la non-séparabilité ou tout au moins à la minimiser. En fait, dès que deux objets ont interagi les variables cachées de l'un peuvent influencer le comportement de l'autre, qu'ils soient proches ou qu'ils soient distants. Et la manière la plus simple, la moins dépendante du modèle, d'exprimer un tel fait est encore sans doute de dire (ainsi que le suggère, même dans la théorie usuelle, le caractère non local de la fonction d'onde du couple) que postérieurement à leur interaction les deux objets n'en forment plus qu'un, même si, en apparence, ils sont distants. On revient donc ainsi au type de considérations qui mettent en valeur la notion de globalité (de par l'argument que tous les objets finissent bien un jour par interagir avec d'autres) et qui conduisent à penser que l'espace n'est en définitive qu'un mode de notre sensibilité.

Enfin le modèle en question laisse inanalysée la question de savoir par quel processus les variables supplémentaires sont directement liées à la perception et déterminent causalement celle-ci alors que, selon le modèle toujours, ces variables sont sous la complète dépendance de champs de forces, classiques et quantiques, qu'en revanche elles n'influencent pas. Dans l'expérience des fentes de Young (voir note 12 en page 220) modifiée par la disposition de compteurs de particules devant les deux fentes, les *deux* compteurs sont sous l'influence de champs quantiques comparables, associés à la particule qui traverse le dispositif. Les champs quantiques associés aux particules qui composent ces deux compteurs eux-mêmes subissent donc deux évolutions comparables (et inséparablement associées). Et cependant, du fait que la particule ne traverse que l'un d'eux, nous, qui observons, voyons celui-là se déclencher seul. Dire que « réellement » celui-là se déclenche seul, c'est donc conférer arbitrairement aux variables supplémentaires un « statut

ontologique » mystérieusement supérieur à celui des champs. Alors que leur dépendance complète vis-à-vis de ceux-ci suggérerait plutôt l'inverse. Seule une référence explicite au postulat selon lequel « nous percevons les variables supplémentaires et non les champs » permet en définitive de justifier une telle différence de statut. Mais la notion de conscience, que dans le modèle en question on pensait avoir expulsée par la grande porte, fait ainsi à la fenêtre une réapparition pas si timide. On peut, assurément, la conjurer encore une fois, par des modifications du modèle. Mais les modèles modifiés sont d'un arbitraire assez grand et tendent à fournir, à propos de tels ou tels phénomènes, des prédictions différentes de celles de la mécanique quantique usuelle. Or les prédictions en question n'ont pu jusqu'ici être expérimentalement confirmées[67].

Le réel voilé

Au vu de tant de diversité et de tant d'incertitude plusieurs attitudes sont concevables.

La première pourrait être appelée « attitude de Wittgenstein ». On connaît la maxime de ce philosophe : « Sur ce dont je ne peux parler j'ai l'obligation de me taire ! » L'évidente sagesse de cet aphorisme a conquis l'adhésion quasi unanime des physiciens de notre temps. Constatant l'inaptitude générale des hommes – et la leur en particulier – à dire rien de certain sur la réalité, ils se sont résignés à ne discourir que de résultats de mesures. De procédés, de règles (mathématisées certes, et abstraites tant qu'on le voudra) visant à prédire correctement les résultats d'observations. Ils ont ainsi construit une physique théorique extrêmement puissante et générale mais dont l'expression – même quand elle met en jeu des mots évoquant une imagerie réaliste – doit toujours, pour être exactement comprise, être traduite dans le langage des préparations d'états et des mesures d'observables.

Pour être raisonnable l'attitude de Wittgenstein – ou plus précisément le positivisme intégral qui généralise celle-ci – est cependant moins inattaquable qu'on ne pense. Sur le plan pratique, le positivisme rend la progression de la science assurée mais horizontale : quand une idée est vraiment neuve on ne possède en général que des lumières très confuses quant aux

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

moyens par lesquels on pourrait même en concevoir une vérification par l'expérience. Fondée sur des arguments positivistes, la mise à l'écart par Berthelot de la théorie atomique dans le cours du XIXe siècle est un célèbre exemple (il y en a d'autres) des dangers pratiques du positivisme. Sur le plan théorique on sait maintenant que la méthodologie opérationaliste n'a pu être féconde en physique qu'en raison même des entorses qui furent faites à ses principes. Pris dans son absolue pureté le célèbre principe de vérifiabilité a progressivement été en effet reconnu comme étant à peu près stérile et cela par les philosophes mêmes qui y avaient vu au début une infaillible panacée. Enfin et surtout – mais ce jugement est plus subjectif – le positivisme intégral, s'il permet de répondre à des questions pratiques, écarte par principe en les qualifiant de vides de sens toutes les questions qu'on est en droit de regarder comme essentielles. Pis encore, la maxime de Wittgenstein suggère subtilement une maxime différente et qui est, elle, manifestement pernicieuse, à savoir « ce dont je ne peux pas parler n'existe pas ». Il n'est pas évident qu'aucun positiviste ni aucun disciple de Wittgenstein n'ait jamais cédé à la tentation de passer d'une maxime à l'autre.

La seconde attitude est celle du rejet pur et simple. La science étant identifiée à une collection de recettes d'un intérêt purement pratique on se tourne, pour s'instruire sur l'être, vers d'autres sources et on écarte complètement toute information de provenance scientifique. La critique d'une telle attitude a déjà été esquissée au précédent chapitre. Elle se résume en ceci : il ne semble pas que les autres sources aient jamais non plus fourni un savoir certain ; il est en revanche bien clair qu'elles ont fourvoyé plusieurs penseurs de renom dans des mythologies assez grossières dont l'esprit critique semble absent. Ceci tient sans doute au fait que, hors du domaine de l'action journalière, la raison humaine fait facilement de grandes erreurs, joint à la circonstance que les personnes qui n'étudient pas les sciences exactes peuvent difficilement prendre conscience de cette fragilité, non rédhibitoire il est vrai mais très sérieuse cependant, de la raison.

Enfin il existe une troisième attitude, que l'on se propose d'adopter et qui consiste essentiellement à vouloir ne rien négliger. Constatant que la certitude empirico-déductive est impossible en ce domaine, ceux qui élisent une telle attitude recherchent donc un équilibre qui leur paraisse

vraisemblable. En d'autres termes ils font – faute de mieux ! – une sorte de retour à la belle raison de l'âge classique, qui n'était pas démonstrative. Ils cherchent le « choix raisonnable ».

Pour orienter une telle recherche le principe le plus sain est qu'il faut renoncer aux précisions et aux détails. La situation étant ce qu'elle est le choix d'une vision du monde très précise serait tout à fait arbitraire. Il est bien préférable de se demander si, malgré toutes leurs différences – et même leurs oppositions –, les conceptions réalistes ci-dessus décrites n'ont pas des éléments communs.

Pour obtenir une première réponse à la question ainsi posée il suffit d'évoquer la nature des descriptions du monde qu'on pouvait légitimement espérer *a priori* voir découler de la physique. En décidant d'élaborer cette science l'homme pouvait raisonnablement penser qu'elle fournirait à plus ou moins longue échéance une représentation de l'ensemble des phénomènes au moyen d'un système de concepts, tout à la fois opérationnellement définis (ou servant de liens entre concepts opérationnellement définis) et susceptibles d'être conçus de façon cohérente comme correspondant à des éléments de la réalité indépendante. Il pouvait également espérer qu'une telle représentation serait unique. En bref, il pouvait s'attendre à voir graduellement émerger une description de la réalité indépendante qui serait conforme au postulat du réalisme physique énoncé au chapitre 6 et qui implique que la réalité indépendante doit être descriptible sans ambiguïté par les moyens de la physique.

L'éventuelle fausseté d'un tel espoir ne peut assurément être démontrée puisque nous ne pouvons connaître la physique de l'avenir. Force est pourtant de reconnaître que l'évolution actuelle de cette science donne fortement à penser que l'espoir en question est illusoire. Les concepts fondamentaux opérationnellement définis par la physique théorique contemporaine ne peuvent en général être considérés de façon pleinement cohérente comme correspondant à des éléments de la réalité indépendante. Ceux que, dans un souci de « réalisme », introduisent les modèles ci-dessus passés en revue ne sont pas opérationnellement définis et ne constituent pas non plus les éléments de liens définissables sans ambiguïté entre concepts opérationnellement définis, comme il appert du fait qu'existent *plusieurs* de ces modèles inéquivalents entre eux et entre lesquels il est impossible de choisir sur des bases purement rationnelles.

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Un élément commun aux modèles en question se révèle donc. Il tient en ceci que, en partie en raison de déficiences intrinsèques, en partie à cause de l'existence des deux autres, aucun de ces trois modèles ne peut être dit satisfaire au principe du réalisme physique. Si je veux persister dans mon attitude réaliste je me vois ainsi incité à opter pour un réalisme non physique que l'on peut appeler « théorie du réel voilé » : choix qui reste encore très ouvert mais qui est cependant significatif. Par réalisme non physique ou théorie du réel voilé j'entends tout réalisme qui ne satisfait pas à l'espoir décrit ci-dessus avec quelque détail et que le postulat du réalisme physique résume.

Puisqu'il est nécessaire d'opter je crois réduire au minimum l'arbitraire de mon pari en faisant choix de la théorie du réel voilé pour y inscrire la vision du monde que je cherche à me former.

Ayant fait le choix raisonnable d'un réalisme non physique, puis-je de ce fait construire une ontologie selon les caprices de ma fantaisie ? Si je suis homme de science, il n'en est rien. Assurément je ne suis pas guidé comme par des rails. Les possibilités demeurent diverses. Cependant, mes connaissances ne me deviennent pas subitement inutiles car elles continuent à me permettre d'élaguer certaines idées, qu'elles rendent indéfendables. C'est ainsi que – pour persévérer dans une application de la méthode précédente – il convient semble-t-il d'introduire une distinction entre « réalisme proche » et « réalisme lointain ». J'appellerai « réalisme proche » toute vision du monde dans laquelle tous les éléments de la réalité sont supposés adéquatement décrits par des notions qui nous sont proches et familières. J'appellerai « réalisme lointain » toute conception ne satisfaisant pas à une telle condition.

La vision du monde de l'homme de la rue est d'un réalisme très proche. Il en va de même de celle de Démocrite (quoi de plus aisé à concevoir qu'un « petit grain » ?) et – si l'on en juge par leurs écrits – de celle de la plupart des biologistes moléculaires. Il en va également de même des visions du monde de la majorité des religions archaïques. Et même, pourrait-on dire, de celle de Platon, pour qui les essences coïncident en général – comme on l'a noté ci-dessus – avec les notions les plus familières. En revanche les visions du monde de Bouddha, du Tao, de la Gnose, de la relativité générale, pour ne prendre que ces exemples, sont d'un réalisme plus ou moins lointain.

Une telle distinction une fois introduite il est tout à fait clair que la vision du réalisme proche est rendue très peu vraisemblable par nos connaissances en physique. Pour n'évoquer que les conceptions réalistes, toutes celles ci-dessus décrites mettent en jeu d'une manière essentielle la fonction d'onde, la non-séparabilité… bref des notions qui ne sont *pas* issues de notre expérience enfantine ou ancestrale et qui – à première vue – paraissent même ne pas lui être assimilables. De nouveau c'est donc un pari assez peu risqué que je fais en choisissant le réalisme lointain de préférence au réalisme proche.

Qu'on autorise ici une parenthèse. L'exclusion du réalisme proche est assurément une démarche de l'esprit qui est peu surprenante et peu originale. Elle mérite cependant qu'on s'y arrête quelques instants car le fait qu'elle soit ici assez sérieusement motivée pourrait, au-delà de l'académisme, être d'une certaine utilité « pratique ». On constate en effet que s'il est vrai qu'une certaine culture se répand – grâce à l'école secondaire, aux medias de masse, etc. –, cette culture cependant est plus de surface que de fond. Il lui est donc difficile d'équilibrer le caractère de positivité qu'elle confère – d'ailleurs à très juste titre ! – au processus de *remise en question* par une exigence parallèle de *rigueur.* Autrement dit elle favorise la dissémination dans le public d'idées brillantes et nouvelles mais aussi de modes intellectuelles faciles et même de superstitions très grossières. Longtemps – et jusqu'à maintenant encore – l'existence même de la science a – en arrière-plan – constitué par rapport à ce phénomène un garde-fou ou, si l'on préfère, une sorte de rappel à la sobriété. Tout en ignorant tout des détails de la recherche, le public a gardé très présente à l'esprit l'idée que, travaillant à l'écart de la « mousse » ci-dessus décrite, des équipes appliquent des méthodes précises et difficiles afin de développer non seulement le pouvoir technique de l'homme – sa connaissance des bonnes recettes – mais aussi son savoir concernant le monde tel qu'il est vraiment, toute superstition écartée. Si maintenant la rumeur devait se répandre que, de l'aveu même de certains savants, la science manque le réel ou ne s'en soucie pas, n'en doutons pas, ce qu'il peut y avoir de juste dans une assertion de ce genre serait tout de suite simplifié, déformé, défiguré même, par mille commentateurs peu habitués à la sobriété et aux nuances et très heureux peut-être de pouvoir justifier par là telle ou telle superstition ou telle ou telle mode

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

du moment. Afin de résister aux chants de ces sirènes on devra se rappeler que, en ce qui concerne la question du réel, la science, en fait, n'est pas muette puisqu'elle exclut le réalisme proche comme il a été noté ci-dessus. Étant donné que toutes les superstitions, toutes les magies, de tous les temps (y compris du nôtre) sont – par définition peut-on dire – des thèses de réalisme proche, le rappel du fait tout simple qu'on vient de dire suffira à les réfuter.

L'exclusion du réalisme proche et celle du réalisme physique laissent évidemment ouvertes d'innombrables possibilités et désormais les choix sont incertains. Ainsi, par exemple, faut-il adopter une vision du monde dualiste ou une vision du monde moniste ? La physique seule ne suffit pas ici à m'éclairer. En effet, des trois grandes conceptions – ou modèles – réalistes ci-dessus décrites, deux sont franchement dualistes alors que la troisième se rapproche davantage de l'idéal de la pensée moniste du fait, tout au moins, que la notion de conscience n'est pas requise pour en fonder les *bases*. En revanche, le fait de notre perception directe des variables supplémentaires y demeure inanalysé comme on l'a vu. Mais plus généralement, tout à fait indépendamment de toute connaissance en physique, il est bien clair que la conscience existe. Il paraît clair aussi qu'elle n'est pas réductible aux notions dont la physique fait usage en tant que technique puisque, selon l'exemple connu, à une personne insensible à la douleur il me serait impossible de faire comprendre, ni par l'expérience ni par une démonstration théorique, ce que j'entends vraiment par une sensation de douleur. Mais assurément cela ne signifie pas que la sensation ou la prise de conscience ne soient pas associées à des mécanismes cérébraux. Elles le sont manifestement. Dans l'ancienne vision multitudiniste du monde, fondée sur l'atomisme démocritéen, les particules du cerveau en constituent par hypothèse la réalité véritable et l'on concevait donc assez que la conscience, malgré son caractère irréductible aux notions physiques habituelles, ne fût qu'une émanation des particules dont il s'agit. Dans une vision du monde qui participe à un réalisme lointain la situation est assez différente. Là, la réalité échappe de plus en plus aux descriptions et même à celles de la physique. Si la conscience n'est bien, toujours, qu'une *propriété* de cette réalité, il en va de même, dans de telles théories, des particules du cerveau. Et s'il demeure clair qu'existe entre ces deux types de propriétés

une hiérarchie *phénoménologique* il est ici beaucoup moins clair qu'il soit nécessaire de concevoir entre eux une correspondante hiérarchie *ontologique* ou, en d'autres termes, un primat relatif. Une telle nécessité devient plus contestable encore quand on observe que dans le plus moniste des modèles ci-dessus décrits l'espace est apparu moins comme un aspect du réel que comme un mode de notre sensibilité : en effet, cette circonstance affaiblit la portée des arguments favorisant la hiérarchie ontologique et qui sont fondés sur le fait que des consciences ne se rencontrent que dans des régions de l'espace relativement très petites.

Pour ces raisons ce serait semble-t-il limiter très arbitrairement notre vision du monde que d'y imposer aux consciences d'être des émanations des particules ou des champs. Moins restrictive et donc plus séduisante paraît être une conception qui traite toutes ces notions à peu près à égalité.

On peut tenter d'aller plus loin. Un enseignement majeur de la physique contemporaine fondamentale est – encore une fois – que la séparation spatiale des objets est elle aussi, en partie, un mode de notre sensibilité. Il est donc assez légitime de voir dans l'ensemble des consciences d'une part et l'ensemble des objets de l'autre deux aspects *complémentaires* de la réalité indépendante. Ce qu'il faut entendre par là, c'est que ni l'un ni l'autre n'existe en soi mais qu'ils n'ont d'existence que l'un par l'autre, un peu comme s'engendrent les images de deux miroirs qui se font face. Les atomes concourent à créer mon regard mais mon regard concourt à créer les atomes c'est-à-dire à faire émerger les particules hors du *potentiel* dans *l'actuel* ; hors d'une réalité qui est un Tout indivisible dans une réalité étendue dans l'espace-temps.

Ainsi, les conceptions possibles demeurent diverses. Mais malgré leur diversité – qu'il n'est pas question de nier ! – on peut soutenir avec vraisemblance une thèse à vrai dire un peu schématique qui s'adapte assez bien à toutes. Un tel « plus grand commun dénominateur » est que la réalité indépendante, ou intrinsèque, ou « forte » est située hors des cadres de l'espace et du temps et n'est pas descriptible par nos concepts courants. Encore une fois, la réalité empirique, celle des particules, des champs et des choses, n'en serait, comme la conscience, qu'un reflet pour nous. Et ces deux reflets seraient complémentaires dans le sens précisé plus haut. On

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

peut dire que l'un et l'autre sont des réalités, mais seulement des réalités « faibles », non totalement descriptibles en termes d'objectivité forte.

Une telle thèse concilie notre besoin d'une explication vraie des régularités des phénomènes (le point où fait défaut le positivisme radical qui se contente de les noter) avec nos connaissances scientifiques. La difficulté est de la rendre parlante et évocatrice. Pour cela un rattachement à quelque forme de tradition philosophique ou culturelle est nécessaire. Celle des réalistes du XVII[e] siècle semble à cet égard peu ou prou s'imposer. Le philosophe M. Merleau-Ponty distinguait volontiers le *grand* et le *petit* rationalisme : le petit rationalisme étant celui de la science du XIX[e] siècle, le grand celui de la philosophie du XVII[e]. L'un ou l'autre ouvrant des perspectives ontologiques, il est permis d'adapter ici ce langage et d'appeler « grand » et « petit » les réalismes correspondants. On nommera alors « petit réalisme » soit le réalisme proche soit le réalisme physique, tous deux réfutés ci-dessus. Restera donc le « grand réalisme », celui dont la pensée habitait les Descartes, les Malebranche ou les Spinoza. Mais, bien entendu, sur un tel sujet on ne peut ici que hasarder quelques suggestions très sommaires…

Une réserve doit être formulée d'emblée. Ni de près ni de loin, il ne saurait assurément être question d'un *retour pur et simple* aux idées des penseurs du XVII[e] siècle. En effet, depuis cette époque non seulement la science mais également l'épistémologie ont fait de tels progrès que – qu'on le déplore ou non ! – la plupart des affirmations de ces philosophes doivent être tenues pour caduques. Pour ne rappeler qu'un seul exemple : plus haut il a déjà été noté que dans le domaine de la philosophie des mathématiques les penseurs en question nous apparaissent aujourd'hui comme ayant été les victimes d'illusions vraiment très naïves. En revanche, leur pratique d'une Raison conçue par eux comme conciliant sobriété et étendue – une raison dépassant le simple entendement et ses œillères syllogistiques – leur a permis de donner vie à leurs grandes intuitions sur l'être, et les a conduits, fût-ce parfois en dépit d'eux-mêmes, à y associer intimement la réalité du désir. À toute vision du monde une telle *aura* est nécessaire, et l'étude de ces intuitions peut être utile pour la capter.

En vue d'un dessein de ce genre il serait, à la limite, presque indifférent de s'inspirer de tel de ces penseurs ou de tel autre. Il semble cependant

peut-être que la vision du monde de Spinoza soit celle qui, dans ses grandes structures, soit la moins éloignée de la thèse générale ci-dessus décrite. Certes les conclusions de Spinoza étaient bien différentes des nôtres, puisque ce philosophe récusait l'expérience, tenait les sens pour extrêmement trompeurs et considérait le réel comme intelligible sans aucune ambiguïté. En outre, le camouflage pseudo-mathématique de l'*Éthique* nous déplaît vivement aujourd'hui par l'illusion de rigueur qu'il nous semble vouloir créer. Mais dans la perspective ici choisie de tels écarts importent peu. Ce qui compte vraiment, c'est le parallélisme – imparfait mais cependant bien manifeste – entre le concept ci-dessus introduit d'une réalité « lointaine » et la Substance de Spinoza.

Assurément le parallélisme *est* très imparfait. Chez Spinoza, ces « attributs » de la Substance que sont pensée et étendue existent apparemment en soi d'une sorte d'existence intrinsèque. À cet égard la pensée spinozienne préfigure en partie la pensée d'Einstein, réaliste quant à l'existence de l'espace-temps. Mais les faits que regroupe la notion de non-séparabilité me paraissent imposer sur ce point précis une révision de leur doctrine commune. Et c'est pourquoi la thèse ci-dessus décrite considère pensée et étendue non comme ayant chacune une existence en soi mais plutôt comme s'engendrant réciproquement au sein de l'être. Cependant, une telle différence ayant été dûment notée, d'importants éléments de ressemblance n'en demeurent pas moins évidents. La Substance de Spinoza est ce qui existe par soi, ce qui, en d'autres termes, n'est ni une qualité de quelque chose ni un phantasme de quelqu'un. En physique moderne la Substance spinozienne ne saurait donc être ni un ensemble de particules ni un ensemble d'observables. Mais elle ressemble indubitablement à cette réalité universelle dont il a ci-dessus été question et à laquelle certains symboles de la théorie des champs quantiques peuvent être considérés non abusivement comme se référant (je pense par exemple au symbole $|0>$, vecteur d'état décrivant le « vide » des théoriciens, ce vide qui, comme les spécialistes le savent, est plein de choses toutes situées à mi-chemin entre le virtuel et l'actuel).

À cet égard il est tout à fait intéressant de noter que la non-adéquation des concepts issus de notre expérience (ou de notre action) à la description de quoi que ce soit qui puisse être pensé comme étant la réalité indépendante est aussi un trait distinctif de, par exemple, la pensée spinozienne,

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

où la Substance est infinie alors que nous n'agissons que sur le fini. Parfois Spinoza donne à la Substance (la réalité intrinsèque) le nom de *Natura naturans*. Ce nom s'oppose tout naturellement à *Natura naturata*, c'est-à-dire, dans notre langage actuel, schématiquement aux phénomènes. Une telle opposition marque bien la différence qu'il faut effectivement établir, comme on l'a vu si longuement dans ce qui précède, entre la réalité intrinsèque – ou être – et cette réalité empirique que nous décrivons par le moyen de nos concepts usuels et dans laquelle nous projetons tant de nous-mêmes. On constate donc ici que le langage de Spinoza (et on pourrait en dire autant ou presque de celui d'autres penseurs de cette époque) est mieux adapté à la vérité que celui des auteurs modernes, chez lesquels l'usage de l'unique mot de « nature » masque la distinction dont il s'agit (la même objection pourrait être faite à l'égard de l'emploi du mot « matière », qui trop souvent sert à désigner indistinctement soit l'Être total, soit certaines de ses parties, soit la réalité empirique des phénomènes).

Infiniment plus remarquable encore est sans doute l'usage du mot « Dieu » par Spinoza comme synonyme du mot « Substance ». Assurément, un tel usage, si on devait le transposer ici, se heurterait à une objection semblable à celle qui vient d'être faite quant à l'emploi des mots « nature » ou « matière » : il peut aisément provoquer une attribution, erronée, à la « réalité indépendante » de qualités qui ne peuvent être que des éléments de « modèles empiriques », tels que l'esprit de décision, la toute-puissance, etc., toutes qualités dont l'attribution à l'Être même ne fait jamais qu'engendrer des difficultés insolubles. D'un autre côté il faut à cet égard reconnaître à Spinoza une certaine sagesse qu'il n'est nullement interdit d'imiter. Le fait d'appeler « Dieu » la réalité indépendante marque avec une force accrue la différence entre celle-ci et toute réalité purement phénoménale, ce qui va bien dans le sens de l'enseignement ici induit de la physique contemporaine. Une telle dénomination a également l'avantage de laisser malgré tout ouverte la possibilité de certaines attributions. Certes, comme on l'a dit, on ne pourra interpréter celles-ci (tel l'amour divin par exemple) que comme les éléments d'un modèle. Mais il est permis d'être ici un peu pragmatiste, au sens original de William James, et de considérer que dans la mesure où un tel modèle est fécond, c'est-à-dire (selon cet auteur) dans la mesure où il contribue au bonheur des hommes (au plan affectif pur et également à celui du sentiment de connaissance), il est signifiant.

L'immense avantage des modèles en physique est, comme on le sait, que tant qu'on est conscient d'avoir affaire à un modèle (et non à une description du réel lui-même) il est légitime de ne pas se soucier des contradictions éventuelles qu'entraînerait l'extrapolation du modèle dont il s'agit à des phénomènes différents de ceux dont il est fait pour rendre compte. Il n'est pas absurde d'étendre à la métaphysique la notion et ses avantages : donc de parler d'amour divin, en dépit des tremblements de terre et de leurs effets. Si l'on y réfléchit on verra là peut-être l'amorce d'une théodicée nouvelle. Vaudrait-elle celle de Leibniz ? Elle serait, en tout cas, probablement mieux adaptée à la mentalité de notre époque !

Malgré ses dangers, l'usage spinozien du mot « Dieu » pour nommer l'Être présente encore un avantage qu'il convient tout au moins de mentionner. Compte tenu des traditions immémoriales de presque toutes les civilisations (peut-être en faudrait-il excepter la chinoise) il constitue sans doute le procédé le plus direct pour laisser entendre que l'Être n'est pas une mécanique aveugle ou du moins pour laisser ouverte l'hypothèse qu'il ne le soit pas. Assurément, dès qu'on parle d'*esprit* à propos de l'Être on court un risque qui est le risque parallèle – ou si l'on préfère symétrique – à celui qu'on court quand à son propos on parle de particules ou de champs : celui d'attribuer incorrectement à l'Être lui-même des qualités qui (comme l'analyse des principes de la théorie quantique le prouve en ce qui concerne celles du type « physique », particules ou champs) ne peuvent se référer, en définitive qu'à notre expérience. Le danger est alors très grand de confondre modèles et réalité ou, en d'autres termes, de tenter une description de l'Être en termes de réalisme proche. L'insuccès final des tentatives de la physique pour réaliser une telle description rend bien peu plausible tout essai de ce genre. Cependant nous sommes ainsi conditionnés qu'il est presque aussi trompeur de ne pas évoquer la notion d'esprit à propos de l'Être que de l'évoquer : car si on ne l'évoque pas, notre pensée – qui ne souffre guère l'absence d'images – comble spontanément le vide ainsi créé et le remplit soit par l'image d'un *mécanisme*, soit du moins (si elle est savante, donc prudente) par l'évocation plus ou moins consciente du postulat du réalisme physique, considéré alors, implicitement, comme nécessaire. Mais même dans le deuxième cas – celui où notre pensée se croit prudente – elle est encore, en réalité, trop aventureuse puisque – il faut toujours y revenir – ce postulat est sujet à caution, le réalisme physique

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

étant finalement impossible aujourd'hui à concrétiser dans la théorie. Dès lors nous ne connaissons avec assurance que notre expérience. Faudra-t-il de là conclure hâtivement au spiritualisme? Assurément non car comme le notait déjà Aristote ce qui est premier dans la connaissance n'a aucune raison d'être aussi premier dans l'Être. Mais du moins faudra-t-il se garder de conclure – et plus arbitrairement encore ! – en sens inverse. L'usage du mot « Dieu » pour nommer la réalité a, à cet égard, l'avantage de laisser certaines portes ouvertes, bien que, encore une fois, il faille là aussi se méfier beaucoup en raison de tous les modèles du divin qui furent abusivement érigés en absolus.

Enfin, un dernier argument plaidant en faveur de l'usage du mot « Dieu » pour désigner la réalité intrinsèque est celui-ci. Toute compréhension n'est peut-être pas nécessairement intellectuelle. Notre intelligence n'est pas transcendante. Elle a été formée par l'évolution au même titre sans doute que nos muscles ou notre squelette. Au même titre aussi que certains de nos concepts élémentaires c'est-à-dire que nos vieux mots. Et il n'est pas absurde de penser que nous pouvons également avoir développé d'autres formes de compréhension: mais, qu'elle soit intellectuelle ou non, toute compréhension est dès lors inextricablement liée aux *vieux mots* qui l'expriment, comme, au surplus, l'analyse de Bohr de la théorie quantique le montre expressément pour ce qui est de la compréhension intellectuelle de la « matière ». S'il existe une compréhension non intellectuelle elle est très certainement, elle aussi, liée aux *vieux mots.* Et en particulier – dans une certaine mesure au moins – à ce vieux mot de « Dieu », lentement forgé tout au long des centaines de millénaires de l'enfance de l'espèce humaine comme le notait en substance le préhistorien Leakey.

Mais enfin, après tout, ce mot, on peut *aussi* ne pas l'aimer. Pour la défense d'un tel point de vue l'histoire des civilisations occidentale et islamique – pour ne parler que de celles-là – fournit, hélas, un grand nombre d'arguments puissants. C'est donc ici le lieu de rappeler la règle d'or de Blaise Pascal: « Je ne dispute jamais du nom, pourvu qu'on m'avertisse du sens qu'on lui donne. » Ce sens, il a été précisé dans toute la mesure du possible au long des pages qui précèdent. Il s'agit de l'Être et, avant tout, de cette unité de l'Être qui est commune aux indications de la physique et à ce qu'il y a de plus essentiel dans l'intuition d'un Spinoza.

Or c'est là qu'à nouveau ce vieil auteur peut aider le chercheur moderne. Une fois arrivé à la notion essentielle d'unité de l'Être « éternel » (c'est-à-dire en dehors du temps), un tel chercheur peut en effet éprouver l'impression pénible de n'avoir abouti à rien d'autre qu'à une vision sèche et abstraite, purement théorique et bien trop générale pour pouvoir inspirer qui que ce soit dans l'existence. Or, il apparaît à la lecture de Spinoza (ou des autres réalistes de son époque) qu'un tel sentiment de découragement n'est aucunement motivé, sinon peut-être par les fallacieux critères activistes que les impératifs de la révolution scientifico-industrielle et du culte de la subjectivité ont fait adopter à la mentalité contemporaine. En fait, sous l'impassibilité apparente de l'attitude spinozienne les bons analystes ont depuis longtemps décelé le courant d'un intense impetus d'ordre affectif. L'existence et la nature d'un tel courant peuvent aisément se comprendre. S'il est vrai en effet que – comme on l'a noté ci-dessus – l'amour « ressenti » par l'Être éternel pour les hommes ne s'entend, dans la philosophie d'un Spinoza, qu'en tant qu'élément d'un fécond modèle, en revanche la révérence et l'amour que les hommes ont légitimement, et qu'ils *doivent* avoir, à l'égard de l'Être y sont, eux, des réalités quasi nécessaires. Il est assez charmant mais non moins suggestif que, dans une œuvre de jeunesse du philosophe d'Amsterdam, le *Court Traité* (1er dialogue), ce soit le personnage allégorique *Amour* qui, aspirant à un objet capable de le contenter pleinement, demande à la *Raison* et à l'*Entendement* de lui faire connaître cet objet. Et il l'est plus encore qu'il résulte du dialogue que l'affirmation de l'*Unité de l'Être* apparaisse finalement comme la seule garantie de certitude pour l'*Amour*[68]. Spinoza fait là entrevoir une lueur qui pourrait peut-être nous aider à relier ses conceptions – et aussi les présentes ! – à ce qui fait, sous des dehors divers et des images énigmatiques, l'intuition majeure de toutes les cultures et de tous les temps[69].

La réalité empirique

Ce qui précède est pour moi l'essentiel. J'y vois le point central à partir duquel les conceptions plus détaillées que l'on peut se former sur tel ou tel point se disposent d'elles-mêmes en une juste perspective. Aussi ne prétends-je pas que ces autres conceptions soient sans importance. Bien

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

au contraire le caractère « lointain » et presque inconnaissable de l'être justifie amplement, me semble-t-il, l'intérêt que l'on peut porter à toute la zone intermédiaire. Cette zone, la réalité empirique, ne contient-elle pas pratiquement tout ce que nous pouvons appréhender ? Et même des entités aussi fondamentales à nos yeux que l'espace-temps, l'Univers et son histoire, l'irréversibilité de la durée, la vie ?

La grande question qui se pose depuis plus d'un siècle au sujet de ce type de réalités apparemment fondamentales est de savoir si leur étude relève de la philosophie ou de la science. Hegel, Husserl, Bergson, Sartre… on n'en finirait pas d'énumérer les philosophes qui ont estimé que ce genre d'investigations est de leur domaine plus ou moins exclusif. L'argument de base est connu : la science n'est qu'une collection de recettes. L'argument est très juste dans son affirmation. On a longuement souligné plus haut le caractère éminemment positiviste des bases de la physique contemporaine (qui est elle-même le point d'ancrage des autres sciences empiriques). Ce même argument est cependant inopérant dans la mesure où – s'agissant de la réalité empirique – *tout* – justement ! – n'est que « recettes ». Vu la généralité de la science, tous les phénomènes de la réalité empirique sans exception tombent sous cette loi universelle. Le philosophe qui récuse la science pour son aspect positiviste, s'il voulait rester cohérent, devrait donc non seulement limiter son étude à la pure métaphysique mais encore s'abstenir de jamais fonder ses intuitions dans ce domaine sur aucun phénomène de son expérience.

Les phénomènes – on vient de l'affirmer – sont tous justifiables de la science. La vie fera-t-elle exception ? Tels ou tels philosophes l'ont prétendu, et même certains parmi eux qui, comme Bergson, n'ont jamais cultivé vis-à-vis de la science l'attitude de refus systématique propre à beaucoup de leurs confrères. Bergson fondait d'abord sa conception sur le fait indéniable que la vie est inséparable de la durée, autrement dit du temps irréversible. Or, prétendait-il, le temps de la physique n'est jamais que du temps réversible ou en d'autres termes de l'espace… Ce qu'il y a de proprement temporel dans le temps, l'écoulement de la durée, lui échappe donc sans espoir. En outre, notait ce philosophe, l'intelligence humaine – et en particulier l'intelligence scientifique – est avant tout intelligence des solides : ceci résultant de l'évolution de l'espèce qui s'est spécifiquement donné pour armes et pour outils des solides distincts du corps animal. En

conséquence la science ne se meut avec aisance que dans les domaines où le découpage – par la pensée – de la réalité en petits objets séparés est une opération féconde. Elle est donc incapable de capter la vie dans ce que cette dernière a d'essentiel, à savoir le fluide, le continu et le mouvant.

À certains égards les analyses de Bergson et des autres philosophes de tendances similaires restent très actuelles. En effet, elles rendent explicites des idées qui sont intuitives et qui sont donc, implicitement, très répandues. La plupart des adeptes de l'écologie sont des bergsoniens qui s'ignorent ! Sur le plan des idées il faut bien pourtant constater que, justifiés en partie à l'époque où ils furent émis, les doutes de Bergson quant à l'aptitude de la science à comprendre la vie le sont beaucoup moins aujourd'hui. Cela tient pour une part à ce que la physique a mieux assimilé l'essence – et les caractères propres, irréductibles à la cinématique élémentaire – des phénomènes irréversibles, etc. et à ce qu'elle est aujourd'hui capable de prédire quantitativement, dans telles conditions, l'évolution vers l'inhomogène du spatialement homogène ou, en d'autres termes, l'apparition d'ordre à partir de fluctuations. Les structures qui émergent ainsi, et que l'on nomme « structures dissipatives », peuvent évoluer vers des complexités toujours plus grandes et ne subsistent que grâce à des échanges continus avec le milieu. Il semble légitime de reconnaître en elles certains au moins des principaux traits de la vie, d'autres (ceux qu'étudie principalement la biologie moléculaire) étant plus ou moins assimilables à des processus de mécanique des solides d'une très haute complexité.

Ainsi donc, il me semble, en définitive, que ce qui ci-dessus a été appelé « zone intermédiaire » relève surtout – peut-être même uniquement ! – des sciences exactes. Il s'agit d'un domaine immense, où viennent s'imbriquer les uns dans les autres des problèmes relevant de niveaux conceptuels d'une très grande diversité. Certains sont de l'ordre des applications. D'autres sont très fondamentaux. Même si, continuellement, des réorientations s'imposent il ne faut donc pas craindre que dans un avenir proche les chercheurs en science pure manquent de motivations légitimes. Et ce serait un contresens que de comprendre le choix effectué ci-dessus d'un réalisme non physique comme une négation de l'intérêt de la recherche scientifique positive en ce qui concerne le savoir pur[70].

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

10
Mythes et modèles

Thalès pensait que « tout est eau ». À l'aube de la physique mathématique, Descartes s'est cru capable de produire (et à lui seul !) un schéma exact de la réalité telle qu'elle est en soi. Au départ d'une interrogation désintéressée sur le monde un esprit neuf et épris de lucidité s'imagine tout naturellement qu'il est possible de *dire ce qui est.* Il ne s'arrête pas à considérer que pour « dire » il faut des mots, que ceux-ci expriment des concepts et que, reflétant essentiellement des données relatives telles que les possibilités d'*action* des enfants que nous fûmes ou de nos ancêtres préhominiens, nos concepts ne sont pas nécessairement adaptés à la description d'une réalité posée, par hypothèse, comme indépendante de l'homme.

Aussi n'est-il pas nécessaire d'être philosophe ou grand géomètre pour succomber à l'illusion ! En la matière, elle constitue le lot commun. La plupart du temps, seule parvient à la dissiper une expérience progressive (fondée sur la science, la philosophie, ou, à la limite, la mystique) de la stérilité des tentatives visant à ériger en absolus les concepts de la vie courante. Assurément celui qui a vécu une telle expérience ne renonce pas nécessairement à viser l'être, mais du moins il mesure les aléas de l'entreprise.

Le renouvellement des générations fait cependant que de tels aléas ne restent à chaque époque perçus que d'une minorité et que l'illusion demeure vivace. Un architecte compétent, s'il peut, à la demande, nous fournir les détails les plus complexes concernant son ouvrage en cours, peut également, si nécessaire, en décrire l'essentiel dans un langage qui est à la fois parfaitement élémentaire et pleinement exact dans ses assertions. Une phrase telle que « la maison que je construis aura une porte et trois fenêtres » répond entièrement à des exigences de ce type. Pourquoi donc, pense en général l'opinion, en irait-il différemment en ce qui concerne – disons – « les savants » ? Ces derniers ne pourraient-ils pas, comme

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

l'architecte, omettre quand il le faut tous les détails techniques et fournir à la demande une description à la fois élémentaire et littéralement exacte (bien que schématique) de ce qui est ? De façon générale, vers les personnes qui – à tel ou tel titre – sont considérées comme connaissant une partie de la vérité monte ainsi de la part du public un pressant appel à « décrire les choses telles qu'elles sont », à « ne pas dissimuler les faits sous les symboles », à « s'exprimer tout simplement et en se limitant à l'essentiel ».

La raison profonde de l'impossibilité qu'il y a à satisfaire sans tricherie une telle demande a été déjà rappelée plus haut. Elle tient tout entière dans la relativité du langage qui, dans certains cas, impose le modèle symbolique. Avant de tenter l'analyse de cette notion – et de ses relations avec celle de mythe – il n'est cependant pas inutile d'insister encore davantage sur la force et la généralité de l'appel ci-dessus décrit et sur la grande difficulté qu'il y a à n'y pas céder. En fait les grandes religions, elles, n'y ont nulle part résisté, en dépit souvent des réticences des fondateurs. Le bouddhisme lui-même, malgré l'enseignement exprès du Maître, ne s'est-il pas très vite éparpillé en visions tenant du réalisme proche, sous la pression inéluctable de l'exigence populaire? Et que dire alors du christianisme, voire de l'islam ! Mais en ce domaine moins qu'en aucun autre il n'appartient à l'homme de science de jeter la première pierre. De tout temps certains scientifiques, cherchant à s'exprimer clairement pour tous et désolés de ne pouvoir le faire, ont suivi l'exemple des théologiens et se sont résignés à présenter comme des vérités littérales des interprétations détaillées qui ne pouvaient guère être que symboliques. Il est vrai qu'ils eurent souvent, les uns et les autres, l'excuse de l'hésitation conceptuelle : « Après tout – pensaient-ils sans doute – le "tout se passe en gros comme si" que j'omets pour simplifier mon discours n'est peut-être pas nécessaire : il est concevable que tout se passe, effectivement, comme je le décris. » Et longtemps ils prirent soin de ne proférer le discours simplifié que lorsqu'une telle hésitation restait possible.

Les hommes de science se comportent-ils encore systématiquement de même à l'heure actuelle? La question n'est pas fondamentale. Mais elle vaut qu'on ouvre à son sujet une parenthèse car son étude devrait permettre même aux non-scientifiques de mieux pénétrer, sur un exemple

bien concret, les arcanes de l'inévitable dialectique qui unit en les séparant les concepts « modèle » et « réalité ».

Les données du problème peuvent être analysées ainsi. En règle très générale les scientifiques estiment que la science doit être mieux connue. Ils y voient, et avec pas mal de raison, un des éléments les plus sérieux, les moins vulnérables aux poisons des modes et du charlatanisme, de l'activité de l'intelligence. Ils considèrent aussi – pour les mêmes motifs et aussi pour d'autres, liés à l'efficacité – que dans tous les domaines où cela est possible la recherche scientifique de base doit continuer. Or pour que la science soit mieux connue, soit connue d'un public plus vaste, il faut en aplanir au maximum l'accès au lieu de le hérisser de déconcertantes difficultés épistémologiques ou conceptuelles. De même, pour que la recherche scientifique – qui de nos jours, dans beaucoup de domaines, coûte assez cher – puisse continuer, il faut un appui financier en provenance des États : appui qui ne se peut durablement maintenir qu'avec l'accord d'une opinion qu'il importe donc, sinon de séduire du moins d'amadouer. De nouveau, cela n'est concevable qu'en visant la simplicité maximale dans l'exposition des idées. En particulier – car on ne doit pas exiger un trop grand effort d'attention de la part des personnes dont on sollicite l'intérêt –, l'usage exclusif s'impose de concepts déjà familiers au grand public. Sous peine de se perdre dans un élitisme qui, à terme, serait destructeur, voilà donc les hommes de science et les vulgarisateurs, leurs hérauts, contraints de se comporter un peu à la manière des papes qui eurent à charge l'édification de Saint-Pierre (je grossis à dessein le trait). Comme eux, les voilà contraints de « s'exprimer de façon parlante et très simple ». En d'autres termes, les voilà condamnés à faire exclusivement usage des mots du réalisme proche, même dans les cas où ils savent que, ainsi entendu, ce qu'ils ont à dire ne peut être que faux. S'ils introduisaient des nuances, s'ils spécifiaient dans le détail les points où ils ne s'expriment qu'en image, comment leur message passerait-il ?

On verra donc, développés et répandus dans le public par toutes sortes de médias et sous l'égide des scientifiques, des modèles simples érigés implicitement en descriptions de la réalité indépendante. S'il s'agit, par exemple, de physique atomique ou nucléaire, des films ou des livres seront produits qui décriront le noyau atomique comme un agrégat de petites sphères. Ou qui représenteront l'atome le plus simple – l'atome

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

d'hydrogène non excité – comme un système solaire en miniature. L'appel à un langage simple, cet appel pressant venu du public, aura de la sorte été entendu.

Doit-on condamner ces pratiques ou convient-il de les absoudre ? En faveur de l'absolution on peut, encore une fois, avancer la raison d'État ou ce qui en tient lieu ici. Après tout, dira-t-on, il est en ce domaine impossible de simplifier sans mentir un tout petit peu et nos mensonges sont minimaux. Ils permettent au « peuple » de l'industrie (P.-D.G. comme O.S. inclus), du commerce ou de la culture littéraire, ils permettent, dis-je, à ce peuple, relativement indifférent à ces problèmes, de se former sur la nature des choses une idée quelque peu rapide et grossière mais cependant bien préférable à l'absence de toute idée. Une idée susceptible d'encourager l'approfondissement du sujet, et incitant de plus au financement de telles recherches, ce qui n'est pas un résultat à négliger.

À l'appui d'une condamnation on peut au contraire mettre en lumière le caractère « obscurantiste » de tout mensonge, même minime, dès que l'énoncé de celui-ci cautionne, par les mots mêmes auxquels il fait appel, une vision erronée de la réalité : par exemple une vision réduite au réalisme proche. Tel fut jadis le cas de la description par les clercs de l'enfer et du paradis. Tel est aujourd'hui le cas – toutes proportions gardées – de la description « planétaire » de l'atome d'hydrogène non excité. Cela d'abord parce qu'une telle description se fonde entièrement sur un impossible équilibre entre une bien réelle force d'attraction et je ne sais quelle force centrifuge, en fait totalement absente de l'atome dans l'état que l'on considère ! Et cela aussi pour une raison plus profonde encore. Si la description, en effet, ne résiste pas à une analyse même sommaire, c'est parce que, concernant un problème de théorie quantique, elle prétend en décrire en termes d'objectivité forte une solution qui n'est réellement cohérente que dans le cadre épistémologique de l'objectivité faible[71]. Escamoter la distinction c'est évidemment trahir la vérité sur un point essentiel. C'est attribuer à la science un message qui est le contraire du sien.

Sur un thème aussi général et de caractère partiellement déontologique, les quelques remarques qui précèdent ne peuvent évidemment prétendre épuiser la controverse. Ainsi les partisans de la vulgarisation par omission (par omission, j'entends, de la distinction qui précède) ne manqueront

pas de faire valoir que le but visé est d'intéresser le public à la science, et non à la philosophie : et que les « digressions épistémologiques » seraient dès lors hors de propos. Il y a du bon sens, de l'efficacité et même une rationalité assez profonde dans une observation de cette nature. On peut en effet avancer que, tant en matière de science qu'en matière de religion, l'illusion du réalisme proche est une illusion nécessaire. En science, en tout cas, la conviction d'avoir affaire aux choses mêmes, telles qu'elles sont, et d'en découvrir progressivement les ressorts cachés véritables – eux aussi tels qu'ils sont –, constitue en général, indéniablement, l'idée force qui encourage le chercheur dans son entreprise. Aussi ne s'agit-il nullement d'élaborer ici une appréciation d'ordre éthique. Les constatations qui précèdent ont pour seul objet d'établir, à partir de problèmes concrets et sur des exemples précis, qu'une opinion reçue est fausse : contrairement à une intuition spontanée (qui engendre des revendications aiguës mais intenables) il est maintenant devenu impossible – vu l'état de nos connaissances – de décrire schématiquement mais sans tricherie l'essence de la réalité en termes empruntés au langage usuel.

Convergences – divergences

Il faut donc faire appel aux mythes ou aux modèles. C'est là une vérité qui de tout temps fut pressentie par les amoureux des idées. Aussi serait-il très absurde qu'elle nous chagrinât aujourd'hui. Ne nous dit-elle pas tout simplement que la réalité est très « profonde » ? Et n'est-ce pas là finalement joyeuse nouvelle, après les platitudes qu'une certaine « scientificité » héritée du XIX[e] siècle nous fit longtemps croire véridiques ? Encore faut-il ne pas s'en tenir à une simple idée générale. Les modèles scientifiques sont-ils les mythes de notre temps ? Sont-ils, au contraire, des antimythes ? Dès que je cherche à m'évader d'un syncrétisme élémentaire je dois – cela est clair – me poser ce genre de questions tout comme je dois m'interroger sur le mot « modèle » lui-même, tellement employé aujourd'hui qu'il recouvre tout un vaste éventail d'idées.

En fait, la parenté entre les mythes et les modèles est quelque chose d'assez subtil. Elle est faite à la fois de ressemblances et de différences essentielles.

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

La principale ressemblance est – bien entendu – que les uns et les autres sont symboliques. C'est toujours une erreur que de les comprendre littéralement. Le mythe de Prométhée, le mythe du paradis terrestre et le modèle planétaire de l'atome sont pleinement semblables à cet égard. Un autre point de ressemblance est toutefois que ni les mythes ni les modèles ne doivent être considérés comme des inventions arbitraires. Les uns et les autres sont tenus pour les descriptions allusives de quelque chose de réel. Enfin, la troisième ressemblance, la plus essentielle à noter peut-être, est que mythes et modèles jouent un rôle positif. Les uns et les autres sont irremplaçables ou – dans les meilleurs cas – difficilement remplaçables. En d'autres termes, ce n'est pas seulement par goût de la complication – par « préciosité » pourrait-on dire – que le poète antique a choisi de s'exprimer, sur certains sujets, par des mythes et le savant moderne par des modèles. Dans les deux cas le choix a été motivé par l'impossibilité de traduire positivement et exactement la vérité à exprimer dans le langage. Ou tout au moins dans le langage de tous les jours. Au surplus, une telle impossibilité est dans les deux cas attribuable le plus souvent à une même cause, celle qui, comme on l'a vu, réside dans le fait que le langage de tous les jours reflète vraisemblablement avant tout les possibilités d'action soit de l'enfant soit de l'homme d'un lointain passé : possibilités qui, dans cette seconde hypothèse, furent progressivement intégrées dans les gènes de celui-ci par la sélection naturelle mais qui, tout comme celles de l'enfant, se rapportaient à peu près exclusivement aux objets matériels, et même, parmi ceux-ci, aux seuls objets macroscopiques. D'où la nécessité impérieuse de faire appel à un tel langage, de portée restreinte et particulière, même pour parler de phénomènes ou d'idées échappant à son cadre propre de définitions, et d'où, par conséquent, la nécessité du symbole.

Ces ressemblances justifient en quelque mesure notre attachement aux vieux mythes. Si même le physicien le plus compétent, ayant à décrire à un public dénué de culture mathématique une chose aussi banale qu'un atome d'hydrogène non excité, est obligé de faire appel à une description imagée, il n'est pas surprenant que, voulant s'exprimer au sujet de l'Être en soi, les individus qui bénéficièrent ou crurent bénéficier dans le passé de grandes intuitions philosophiques ou religieuses se soient *a fortiori* exprimés en images. Corrélativement, d'ailleurs, on

doit noter que, pour les mêmes raisons, tout dogme religieux exigeant d'être compris à la lettre doit être considéré avec une immense suspicion. Comment croire que le langage de tous les jours puisse exprimer autrement que symboliquement des vérités sur l'Être même, dès lors qu'il n'est pas capable d'en exprimer de cette manière relativement à un atome ? Assurément un dogme d'une telle espèce peut éventuellement être défendu. Mais seulement au titre de la fécondité de l'illusion qu'il propose. Celle-ci, en effet, est comparable à celle des partisans du réalisme proche, qui croient que les atomes existent « en soi ». Il faut seulement concéder que, à ce titre, la défense en question reste intellectuellement valable au moins aussi longtemps que l'on considère comme acceptable la défense des dogmes du scientisme naïf.

Au surplus, entre modèles et mythes les ressemblances ne doivent pas dissimuler les différences. Celles-ci sont principalement de l'ordre de l'intention. Pour rester schématique on peut affirmer que le mythe vise l'être, et plus précisément qu'il cherche à me faire passer de l'expérience sensible à la connaissance des relations générales qui unissent l'homme et l'Être universel. Sauf abus (hélas trop fréquent !) le modèle, au contraire, vise essentiellement non pas l'être mais l'expérience. Le bon modèle scientifique est un antimythe dans le sens qu'il utilise mes préjugés concernant l'être pour me guider vers l'accroissement de mon expérience, par exemple en me suggérant de nouvelles prédictions vérifiables. Cela dit – qui est général – il faut insister sur le fait que dans le langage de la science contemporaine le mot « modèle », abondamment utilisé, recouvre plusieurs concepts qu'il est utile de distinguer et dont les relations ou les oppositions avec les mythes ne sont pas toutes également claires. Sans chercher à développer outre mesure ce dernier point, on peut ébaucher comme suit une classification des divers sens du mot « modèle ».

Dans une première acception on entend par « modèle » une simplification opérée par l'esprit sur des données réelles que celui-ci juge trop complexes ou peu maniables. En technologie le « modèle réduit » concrétise en quelque mesure une telle conception. En physique, c'est, par exemple, une constatation banale que de noter l'inexistence de systèmes physiques rigoureusement isolés. Or l'esprit humain est inapte à traiter de tout à la fois. Il doit donc sérier les problèmes : et en particulier faire

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

comme si étaient parfaitement isolés du reste du monde des systèmes physiques qui en toute rigueur ne le sont qu'imparfaitement. Il obtient ainsi des « modèles simplifiés » qui sont des modèles de ce premier type. De tels modèles se prêtent au calcul et donc aux prévisions vérifiables. Et, dans de nombreux cas, l'expérience confirme après coup la validité de l'approximation ainsi faite : le système quasi isolé pouvait effectivement être considéré comme isolé. Plus généralement, ayant à affronter un problème trop complexe le physicien n'hésitera pas à poser égales à zéro des influences inessentielles et à construire ainsi à partir des données réelles une idéalisation qui sera conforme à celles-ci sur tel ou tel point mais qui en différera sur d'autres, qu'il juge moins importants en ce qui concerne les phénomènes qu'il se propose d'étudier. Il construit ainsi un modèle du premier type et même parfois une hiérarchie de tels modèles. Il est tout à fait clair qu'il n'obtiendrait aucun résultat s'il s'interdisait ces démarches. Et les succès de la physique suffisent amplement à justifier *a posteriori* celles-ci.

Une deuxième acception du mot « modèle » procède des révolutions de la théorie. Dans l'Antiquité la théorie selon laquelle Soleil, étoiles et planètes effectuent, selon des lois diverses, des mouvements autour de la Terre, elle-même immobile, était, on le sait, considérée comme exacte. La sphère céleste, porteuse des étoiles, était en général conçue comme une entité bien réelle, tournant en vingt-quatre heures autour de l'axe polaire et sur cette sphère les astronomes avaient repéré le chemin du Soleil. Divers calculs étaient rendus possibles par la théorie, malgré son caractère élémentaire. Bien entendu, avec la révolution copernicienne toutes ces conceptions s'effondrèrent. La sphère céleste n'existe pas et le chemin du Soleil sur elle n'est donc pas une réalité. Cependant les procédés de calcul fondés sur une telle image et qui – avec une précision il est vrai médiocre – étaient valables dans l'Antiquité pour des prédictions variées le restent évidemment, aux mêmes erreurs près, aujourd'hui. À cet égard la vieille théorie, bien que disqualifiée, demeure donc utilisable. Elle ne disparaît pas à cent pour cent. Elle est simplement ravalée – comme on dit ! – au rang de modèle. Ce type de modèle – qu'on peut appeler le « deuxième » – est différent du premier type, lequel encore une fois était considéré comme une approximation schématiquement véridique de la « réalité des choses ». Ici en effet, nul ne prétend que la description

antique soit « approximativement exacte », que la Terre soit « presque » immobile, que la sphère céleste ou le chemin du Soleil aient « à peu de choses près » l'existence. De telles affirmations seraient vides de sens.

Comme on ne l'ignore pas, le passage de la physique newtonienne à la relativité générale a constitué une révolution très similaire. Bien rares – s'il en existe ! – sont aujourd'hui les physiciens acceptant de voir dans l'espace euclidien absolu, le temps universel et la force de gravitation autres choses que des éléments d'un « modèle du deuxième type ». En d'autres termes, c'est toute la physique newtonienne qui est maintenant ravalée au rang d'un modèle, utile certes pour certains calculs (qu'on pense aux trajectoires des satellites artificiels, toutes mises en chiffres par ce moyen) mais qui ne peut prétendre être une description du Réel.

La transition de la mécanique classique à la quantique est une révolution à certains égards analogue. Elle est plus subtile cependant, en raison du passage épistémologique de l'objectivité forte à l'objectivité faible qui a dû être réalisé en conjonction avec la transition dont il s'agit (au minimum, on peut dire que la physique quantique continue à avoir besoin des concepts de base du modèle classique pour sa propre formulation, selon la formule par laquelle le physicien soviétique Landau interprétait l'objectivité faible de l'analyse de Copenhague). Une telle transition peut ainsi servir à caractériser des modèles qu'on appellera « du troisième type », et dont le modèle planétaire de l'atome est de loin le plus remarquable. Comme on l'a vu plus haut sur cet exemple, le modèle du troisième type est une métaphore qui vise à exprimer dans le langage de l'objectivité forte une vérité qui n'est en réalité cohérente que dans un cadre épistémologique fondé sur l'objectivité faible. L'exigence d'objectivité forte (le passage à celle-ci grâce à l'introduction de variables cachées) transformerait la métaphore en une contrevérité puisque, alors, l'électron est fixe. Elle ne peut donc être posée.

En physique il est encore d'autres acceptions au mot « modèle ». Une des plus répandues est celle de « modèle mathématique ». On entend par là une recette de calcul qui peut très bien n'être fondée sur aucune image physique et qui rencontre des succès dans le calcul de phénomènes d'un certain type. L'élaboration de tels modèles s'avère parfois indispensable à seule fin de classer les données expérimentales et de les transformer en systèmes cohérents. Un de leurs intérêts majeurs est qu'ils peuvent parfois

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

se transformer en théories. Mais pour cela les obstacles qu'ils doivent franchir sont considérables, de telle sorte que peu y parviennent. Bien que « formelle » (« positiviste » !) la théorie en place est en effet extrêmement puissante, et cela dans un domaine qui recouvre à peu de chose près toute la physique connue. Pour conquérir le statut de vraie théorie un modèle doit donc en principe, soit s'intégrer au cadre théorique préexistant, soit se développer au point de supplanter en définitive ce dernier (ce fut le cas avec la mécanique quantique, lorsqu'elle supplanta la classique), soit enfin occuper par chance un « créneau » qui se révélerait être sans interaction avec le reste des phénomènes. De tels cas sont en fait très rares. On remarquera que parmi les conditions qui précèdent ne figure pas celle pour le modèle d'être compatible avec une description intelligible du *réel.* Ceci tient encore une fois au caractère positiviste de la physique contemporaine.

Enfin, pour mémoire, il faut rappeler que le modèle s'utilise aussi en référence à des théories qui prétendent décrire le réel lui-même mais dont la validité à cet égard ne peut être ni prouvée ni démentie faute de moyens de vérification. Telle est l'acception dans laquelle le mot « modèle » a été pris en divers passages du chapitre qui précède.

De façon générale les modèles sont moins ambitieux que les mythes. Corrélativement, ils sont aussi plus sûrs. Dès lors, les rapprocher des belles légendes primitives est, à certains égards, un peu naïf. En effet, cela ne revient-il pas à faire abstraction des qualités de l'analyse critique ? Or, telle qu'elle a été pratiquée par la science pure depuis trois siècles, l'analyse en question représente un effort immense et fécond qui n'a à l'évidence aucun équivalent dans l'histoire entière de l'humanité. Pour s'en bien convaincre, il suffit de noter qu'à cette occasion des successions de générations sont parvenues à associer leurs forces intellectuelles au lieu de laisser leurs membres s'évertuer chacun à sa guise ; et que jamais auparavant un tel processus ne s'était produit dans un domaine où ne prime pas l'affectivité.

Malgré cette sûreté plus grande des modèles il faut cependant reconnaître qu'ils restent ambigus à certains égards. Et que même le critère de fécondité n'a pas nécessairement et toujours la puissance que, spontanément, on serait porté à lui attribuer. Il est vraiment très remarquable à cet égard que, dans le cours du développement de la physique, des idées

fausses aient conduit à des prédictions étrangement exactes. Il faut même insister et dire « à des prédictions *quantitativement* justes, à une précision étonnante ». Tel fut le cas, par exemple, du modèle de Bohr pour l'atome d'hydrogène. En ce qui concerne l'exercice de notre raison pour la découverte des choses, de telles circonstances doivent renforcer encore, non certes des suspicions inexistantes et qui seraient illégitimes, mais bien notre prudence et nos exigences de contrôle. Quoi qu'il en soit, c'est ici le lieu de rappeler que, dès lors qu'il est reconnu comme tel, un modèle, à l'inverse d'une théorie, n'est pas discrédité par telle ou telle conséquence fausse qu'il peut avoir mais qu'au contraire il demeure souvent utilisé dans le domaine qui lui est propre longtemps après la découverte d'une telle imperfection. Par contagion, la connaissance d'un tel état de fait peut – encore une fois – rendre indulgent vis-à-vis de certains grands mythes qui, compris littéralement, auraient des conséquences absurdes. Contrairement à ce qu'affirment certains jugements trop abrupts, émanant de non-scientifiques, une circonstance de cette sorte ne suffit pas à démontrer que le mythe pris ainsi en faute soit dénué de vérité.

Dans le domaine religieux, il est clair que les considérations qu'on vient de lire conduisent à une forme de syncrétisme. Toute grande religion est porteuse de mythes, lesquels visent à nous initier à certains modes de l'Être et de sa relation avec l'humain et l'observé. À ces mythes il est, faute de critère, légitime d'accorder plus ou moins indistinctement un certain préjugé favorable, dans un premier temps tout au moins. Une telle attitude s'impose en tout cas, selon moi, à tout scientifique lucide, compte tenu d'une donnée qui, me semble-t-il, se dégage assez clairement de l'ensemble des pages qui précèdent : à savoir le fait que l'information fournie par la science sur ces mêmes questions, celle de l'Être et celle de ses relations avec l'humain et l'observé, est finalement très ambiguë.

Malheureusement, si l'homme de science se convainc qu'il doit concéder ceci, tout bien pesé, à l'homme de foi, il n'est pas assuré du tout pour autant de recevoir, à la suite d'une telle démarche, aucun satisfecit de ce dernier, car des difficultés psychologiques existent. La principale tient sans doute au fait que l'esprit religieux, et plus encore « l'esprit de foi », éprouve souvent les réticences les plus vives à l'égard d'une interprétation symbolique du dogme. Certes l'objection est sérieuse. L'esprit de foi

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

exige un don de la personne. Et si déjà tout don de soi à quelque autre personne – ou à quelque idéologie – est éminemment difficile, infiniment plus difficile encore est le don de soi à quelque entité mal définie car ineffable, dont seuls des mythes conçus comme « paraboles » esquissent les traits. Il est pleinement hors de doute que le cœur de l'homme répugne d'instinct à l'adoption d'une attitude de ce genre. Assoiffé certes de lointains et d'ineffable il a pourtant besoin, par une contradiction étrange, de ressentir comme infiniment proches ces lointains et cet ineffable. Une telle exigence fonde peut-être en partie son « infini ». Mais comme elle est de caractère irrationnel il serait vain de vouloir dissiper par quelque schème intellectuel les oppositions qu'elle implique. Ce que l'on peut seulement faire observer, c'est qu'il faut s'entendre sur le sens des termes. S'il est vrai que je pose ici le caractère symbolique des descriptions religieuses, je pose aussi, et il ne faut pas l'oublier, le caractère finalement purement symbolique de la description usuelle des objets dans un espace à trois dimensions où ceux-ci seraient conçus comme approximativement ou rigoureusement séparés. Il n'est pas interdit de procéder mentalement à une « réalisation » du contenu de l'une ou l'autre de ces descriptions. En d'autres termes, il n'est pas défendu d'oublier momentanément qu'elles ne sont que symboliques. En ce qui concerne celle des objets, c'est même là une opération de l'esprit qui – vu sa quasi-nécessité pratique – est couramment recommandée, même par les plus hautes autorités de la pensée. Le concept de réalité empirique est destiné à la faciliter et, encore une fois, de nombreux philosophes – avec, parmi eux, un grand nombre d'épistémologues – ont redéfini la notion de *réalité* de manière à la faire coïncider avec la réalité empirique : afin précisément de rendre aisée et légitime l'opération dont il s'agit. On voit donc mal sur quelles exigences de rigueur intellectuelle ces mêmes autorités de la pensée seraient fondées à condamner *a priori* l'opération mentale de « réalisation » des descriptions religieuses à laquelle procède, dans la plupart des religions, l'esprit de foi. Bien qu'il s'agisse, en effet, de domaines très différents, les processus mentaux sont dans les deux cas axés sur un même principe, puisque celui-ci consiste à sacrifier un peu de cohérence et de rigueur intellectuelle afin d'obtenir une vision qui soit évocatrice, dans un cas pour l'instinct technique et dans l'autre pour l'amour de l'Être (dont on a reconnu plus haut le caractère fondamental).

Assurément le scientifique est ici fondé à faire observer que pour être conduit à admettre la validité d'une affirmation il ne suffit pas d'avoir écarté d'une façon ou de l'autre les objections qu'on peut lui faire. Il faut encore que l'affirmation ne soit pas entièrement gratuite. Il faut, en d'autres termes, qu'existent des raisons *positives* d'accepter celle-là plutôt que d'autres, opposées. S'agissant des grands mythes, religieux ou profanes, il peut donc demander quelles sont ces raisons positives. Plus précisément, habitué comme il l'est à rechercher les justifications des assertions dans leur pouvoir d'explication des phénomènes, il sera sans doute porté, tout comme les peuplades primitives auxquelles s'adressaient la plupart des mythes en question, à s'enquérir du pouvoir d'explication dont auraient fait preuve ceux-ci et à faire de l'existence d'un tel pouvoir son critère d'acceptation.

Or selon ce critère il est bien évident que beaucoup des mythes en question doivent être rejetés. Celui du péché originel, par exemple, n'est sans doute pas la bonne explication des phénomènes de la douleur ou de la mort. Mais un tel critère est, à l'égard des mythes, inacceptable. En fait, c'est précisément là, on l'a vu, ce qui les différencie des modèles : ils ne visent pas l'expérience, même si leurs créateurs pensaient consciemment la viser[72]. En fait – et c'est peut-être là que certains ethnologues ou sociologues font preuve de plus de compréhension que les chercheurs des sciences exactes – il faut, sans réticences, accepter à l'égard des mythes un critère tout différent : un critère qui soit résolument fondé sur l'intensité plus ou moins grande du sentiment de participation à l'Être que donne le mythe considéré. À la lumière d'un tel critère, même le mythe de l'incarnation, par exemple, est, comme l'a souligné Whitehead, un de ceux qui peuvent être tenus pour véridiques[73].

Il va de soi que l'examen de ces questions ne peut ici que demeurer très schématique. Au surplus, l'analyse fine est peut-être dans un tel domaine plus gratuite et moins nécessaire que la vision des grandes lignes. Celles-ci se condensent en définitive dans l'idée selon laquelle le pur homme de foi a sans doute raison dans la « réalisation » à laquelle il procède, de même que le technicien pur a raison dans celle, toute différente, à laquelle il procède de son côté. Mais il reste que l'homme de réflexion, dans le confort certes un peu facile de son non-engagement pratique, n'a pas tort de se situer à un point de vue d'où la vision est plus vaste encore que celles dont jouissent

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

les individus précédents. De ce point de vue, les descriptions objectives des diverses sciences sont essentiellement des modèles et celles des religions des mythes. Pour l'essentiel les unes et les autres sont cependant vraies selon leurs normes particulières ou du moins peuvent l'être sans contradictions. Si l'on critique le caractère abstrait d'une conception de ce genre il pourra être répondu qu'elle possède au moins une vertu concrète : sans attenter à ce qu'il y a de profond dans l'aspiration religieuse elle permet de porter un jugement intellectuellement très sévère à l'égard des multiples fanatismes d'ordre religieux qui, l'expérience le montre, constituent une perversion hélas trop naturelle de l'attitude de foi même la plus authentique.

Animisme

Religions et mythes sont tous ou presque empreints de spiritualité, autrement dit de références à la conscience. Pour cette raison c'est une démarche très naturelle que de rapprocher d'eux une autre doctrine qui, elle aussi, fait une référence essentielle à la notion de conscience. Je veux parler de la théorie du « tout est sensible » à laquelle il a déjà été fait allusion dans les chapitres qui précèdent. Une telle théorie est très ancienne. Elle fut professée par Leibniz, puis plus près de nous par Whitehead, et elle reçut l'aval de maints poètes. Les auteurs qui la rapprochent des religions l'en distinguent parfois en introduisant les concepts de « spirituel supérieur » et de « spirituel primitif ». Alors qu'une description fondée sur le « spirituel supérieur », le théisme d'un Berkeley pour fixer les idées, s'efforce d'expliquer les phénomènes par l'intervention d'un esprit unique qui perçoit les choses « d'en haut » peut-on dire – le Démiurge de la deuxième des conceptions réalistes analysées au chapitre 9 ressemble un peu à un tel dieu –, la thèse de l'existence du spirituel inférieur, la thèse de l'animisme ou du « tout est sensible », prétend au contraire que l'ensemble des faits – y compris le fait de conscience humain – s'explique au mieux par le moyen de l'hypothèse de l'existence d'une multitude d'« âmes des choses ».

En fait, le regroupement des religions et des mythes d'une part et de la thèse de l'animisme d'autre part peut être discuté. Assurément, il est vrai que l'une des prétentions des religions ou des mythes a toujours été, dans le passé, l'explication des phénomènes, et que, donc, d'une certaine manière,

ces doctrines visaient l'expérience. Mais, encore une fois, c'est là précisément ce qui aujourd'hui paraît définitivement dépassé dans les religions et les mythes. En effet, comparé au pouvoir de coordination des phénomènes que possède la science actuelle, celui auquel prétend une religion ou un mythe semble aujourd'hui bien illusoire. Si ces derniers restent pour nous si importants et si vivaces, c'est pour des raisons différentes qui tiennent, on l'a vu, à la représentation symbolique de l'être et de nos relations avec cet être que nous espérons découvrir en eux. En d'autres termes c'est par une sorte de sublimation de leur contenu que les religions demeurent légitimement vivantes. Au contraire, s'il est vrai que la thèse du « tout est sensible » a, elle aussi, été sublimée par certains poètes, il n'en reste pas moins que ces derniers ne sont maintenant guère nombreux et que la thèse dont il s'agit rencontre auprès des masses un accueil favorable surtout dans la mesure où elle vise les phénomènes. Ce sont donc essentiellement ses prétentions à cet égard qu'il est intéressant d'examiner.

La question est très vaste. Elle ne peut donc être étudiée ici que d'une manière schématique. Mais déjà dans une analyse sommaire il faut clairement distinguer deux versions distinctes de la thèse dont il s'agit.

La version la plus populaire est une doctrine de réalisme proche. Tout électron (et plus généralement toute particule élémentaire) possède une « âme » ou une « conscience », parfois dénommée son « endroit » afin de mieux donner à la doctrine une apparence de profondeur. La « matérialité » de l'électron, ou son apparence pour nous (souvent les partisans de la doctrine ne distinguent pas la matière de l'apparence) est alors nommée son « envers » (bien entendu, il est en général soit dit, soit suggéré que l'« endroit » possède une réalité plus profonde que l'« envers », voire une valeur ou une dignité supérieure). À partir de l'idée de base qu'on vient de voir, il est facile d'interpréter pratiquement n'importe quoi. Si une particule d'un certain type en attire d'autres d'un autre type on parlera d'« amour » entre elles et ainsi de suite. Plus généralement, les auteurs qui choisissent une telle voie pour le cheminement de leur réflexion n'ont aucun mal à glaner, dans la physique, dans la biologie ou ailleurs, des phénomènes qu'ils déclarent mystérieux pour la physique (ou pour la biologie ou pour telle autre science dont normalement ils relèvent) et auxquels ils fournissent, dans leur langage spiritualiste élémentaire, une explication qualitative qui

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

leur paraît éblouissante de clarté. Dans la quasi-totalité des cas il se trouve, bien entendu, que les phénomènes en question sont en réalité parfaitement explicables par la physique ou par une autre science fondée en droit sur la physique. Il se trouve même souvent que la physique peut en calculer, donc en prédire, le déroulement. Mais, il est vrai, par des méthodes qui doivent parfois faire appel à la théorie quantique, c'est-à-dire, selon les idées usuelles, à une épistémologie positiviste. C'est à cet égard, et à cet égard seulement, que les phénomènes dont il s'agit peuvent en effet être considérés comme ayant quelque chose de mystérieux, au moins aux yeux d'un réaliste. Toutefois cette dernière observation oblige à renoncer au réalisme proche, qui jouit de la faveur spontanée de tout public non averti. Les plus avisés des auteurs en question s'en abstiennent donc en général, et la remplacent par de longs développements qualitatifs sur l'esprit, l'amour, la participation, et des thèmes avoisinants. D'une certaine manière, la version de l'animisme qui est ici analysée se trouve être l'exacte antithèse de la conception du scientisme naïf critiqué ci-dessus au chapitre 6. À bien des égards elle est cependant de bien moins de valeur encore, car, sans être plus cohérente, elle n'en a pas la fécondité.

L'autre version de l'« animisme » a, par rapport à la première, l'intérêt essentiel de ne pas sacrifier au verbalisme et de ne pas non plus s'attaquer à de faux problèmes. Celui qu'elle cherche à résoudre est bien réel car il n'est autre que le problème de la réduction de la fonction d'onde (ou de l'entité mathématique qui en tient lieu) lors d'une mesure. On se souvient que ce problème est essentiel dans toute conception réaliste qui refuse à la fois la prise en considération de variables cachées non locales et l'écartèlement de l'observateur entre deux états macroscopiquement différents ; et qui exige cependant que la théorie quantique soit applicable à tout système d'atomes, grand ou petit. À dire vrai de telles conditions sont, en toute rigueur, trop strictes car il peut être démontré[74] qu'elles interdisent toute solution. Aussi la conception dont il s'agit en atténue-t-elle la rigueur. Mais elle le fait de la manière qui paraît à ses partisans être finalement le moins arbitraire qui soit, compte tenu des faits observés. Ceux-là font valoir, en effet, d'une part que jamais aucun être humain n'est conscient d'un écartèlement du type qui vient d'être décrit, et d'autre part que la théorie quantique s'applique cependant dans toute sa rigueur dans tous les cas où il est

possible de la mettre à l'épreuve par l'expérience, ces cas incluant ceux de certains systèmes macroscopiques (mais non conscients). De telles données sont considérées comme constituant une indication sérieuse en faveur de l'hypothèse selon laquelle les êtres conscients et eux seuls pourraient dans certains cas violer la théorie quantique, par « réduction » de la fonction d'onde les incluant.

Une telle hypothèse est encore assez peu précise. Quels sont, en effet, les systèmes physiques qui sont conscients ? Comme chacun sait, il est impossible de donner à une telle question une réponse scientifique, c'est-à-dire fondée sur l'expérience. En effet toute réaction à un stimulus peut toujours être interprétée comme l'effet d'un automatisme inconscient et cela reste vrai en ce qui concerne des réactions très complexes à des stimulus compliqués (que l'on pense aux ordinateurs). En toute rigueur je sais seulement que je suis moi-même un être conscient. Il me semble hautement vraisemblable que les autres hommes le sont aussi. Et même les animaux, n'en déplaise à Descartes. Un critère d'apparence assez raisonnable se présente alors à l'esprit : seraient conscients tous les systèmes physiques possédant un système nerveux d'une certaine complexité (qu'il est possible de préciser) et ceux-là seuls. Bien entendu, une hypothèse aussi restrictive est encore loin de l'animisme. Au surplus, il faut reconnaître qu'elle se conjugue extrêmement mal avec les considérations qui procèdent de la réduction de la fonction d'onde. Dans une vision réaliste refusant toute variable cachée la fonction d'onde doit être conçue comme une réalité universelle. Comment admettre qu'elle ne soit « réduite » que par les systèmes nerveux de certaines espèces animales n'existant que sur de très rares corps célestes, tels que notre Terre ? Aussi, une fois engagée dans une telle voie, la réflexion ne peut-elle guère que généraliser encore l'hypothèse d'une conscience présente dans les choses. Au niveau des objets microscopiques des difficultés toutefois se présentent. La fonction d'onde d'un électron non observé n'est pas réduite : si j'attribue à l'électron une conscience ne risqué-je pas de contredire ce fait élémentaire (et qui est, lui, bien établi par l'expérience) ? L'électron qui, dans une expérience de fentes de Young, saurait par quelle fente il passe pourrait-il encore contribuer à la construction des franges d'interférences observées sur l'écran ? Les réponses à de telles questions sont inévitablement quelque peu arbitraires du fait que les questions elles-mêmes sont ambiguës : qu'entendons-nous

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

au juste par conscience de l'électron ? Il n'est pas *inconcevable* qu'une théorie puisse à l'avenir être construite dans laquelle la notion de conscience serait définie avec précision et qui – d'une manière cohérente – attribuerait aux systèmes physiques une conscience d'autant plus floue que ceux-ci seraient plus ténus. Il n'est pas *impossible* que, une fois ainsi élaborée, la théorie en question se révèle constituer un progrès véritable dans une explication systématique des phénomènes de la microphysique. Tout ce que pour l'heure on peut dire c'est qu'il s'agit là d'anticipations extrêmement hasardeuses. Une telle théorie n'existe pas, non parce que personne n'y a pensé mais parce que diverses raisons techniques (dans le détail desquelles il serait fastidieux d'entrer) rendent sa construction effroyablement difficile (et peut-être même impossible) sauf à sombrer dans l'arbitraire.

On ne peut, dans ces conditions, que se limiter à des considérations générales. Il faut alors s'accommoder du grand degré d'ambiguïté que de telles considérations comportent. En fait, dans le cas présent il existe un équilibre qualitatif entre les arguments qui plaident en faveur de l'idée que les microsystèmes peuvent être considérés comme animés et ceux qui plaident en faveur du point de vue inverse. Du côté des premiers, on trouve d'abord, bien entendu, l'argument déjà mentionné plus haut : à savoir la non-existence de séparations manifestes entre êtres non vivants et vivants d'une part, et, parmi ces derniers, entre êtres non conscients et conscients d'autre part, et l'arbitraire que comporte dès lors toute hypothèse restreignant à une catégorie spéciale de systèmes physiques l'attribution d'une qualité – la conscience – dont l'irréductibilité aux phénomènes étudiés par la physique a par ailleurs été reconnue. Si, dans son principe, un tel argument ne dépend pas du détail des structures de la théorie physique que l'on considère, il a cependant été souligné au chapitre 9 que l'échec de la vision multitudiniste caractéristique de la physique classique en renforce encore la portée. En effet un tel échec oblige soit à fonder la science sur une objectivité seulement *faible* (conférant dans la description scientifique un rôle primordial à ces *faits de conscience* que sont la préparation des états et l'observation des grandeurs physiques), soit du moins à renoncer à voir dans les particules et les champs des réalités multiples, localisées, simples, subsistant en soi, et donc telles que les faits de conscience eussent pu assez naturellement en être considérés comme des émanations fugaces, liées à de temporaires structurations en agrégats. La non-séparabilité met en lumière

ce qu'une telle description a de trop naïf. Et le fait de conscience n'est plus dès lors manifestement secondaire par rapport à des particules qui elles-mêmes ne sont que simples propriétés (illusoirement localisées) d'une réalité non située dans l'espace.

D'un autre côté, si j'attribue des consciences individuelles aux microsystèmes, ou tout au moins à une grande multiplicité de petits systèmes physiques localisés (grosses molécules, microcristaux, etc.) et si je fais l'hypothèse que, d'une façon ou d'une autre, ces petites consciences individuelles réduisent les fonctions d'onde, considérées elles-mêmes comme objectives (au sens fort), alors certes je rends compte d'une manière simple de certains caractères de la microphysique actuelle, mais je n'en éclaircis pas pour autant tous les aspects. La non-séparabilité, précisément, demeure, dans une telle vision du monde, énigmatique : car le moins qu'on puisse dire c'est qu'elle ne découle pas d'une telle vision et qu'elle n'est même pas, *a priori*, suggérée par elle. En fait, pour qui tient à préserver l'idée d'un rôle éminent exercé par la conscience dans les phénomènes physiques la non-séparabilité plaiderait plutôt en faveur de la notion de quelque conscience cosmique dont les consciences individuelles ne seraient que l'émanation.

Un autre argument qualitatif en faveur de la théorie de l'animisme peut être présenté ainsi. Il n'est pas d'être conscient qui n'ait pas d'activité propre. L'activité propre – quelque difficile que soit la définition d'un tel concept – peut donc d'une certaine manière passer pour caractéristique de la présence d'une conscience. Or dès qu'il existe « réellement » le microsystème est actif, lui aussi, d'une certaine manière. Sans être infidèle à la pensée de l'École de Copenhague on peut dire en effet qu'un système quantique – un électron pour fixer les idées – n'a d'existence actuelle que lors de son inter-*action* avec un appareil de mesure[75]. Dans le cas du microsystème comme dans celui du système animé l'existence est ainsi fondamentalement liée à une interaction avec l'environnement.

De même, l'un et l'autre systèmes se présentent comme des « touts » organisés. Intuitivement, l'analogie est frappante. Ainsi divers états excités d'un même atome diffèrent-ils qualitativement entre eux par les formes de leurs orbitales, sans que puissent exister les configurations intermédiaires : ceci rappelle les différences qualitatives d'une espèce vivante à une autre. Mais ceci rappelle également les différences entre cristaux, entre harmoniques d'un même son fondamental et ainsi de suite. On touche ici du doigt le

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

danger des analogies. Plus généralement, le fait que le microsystème et l'être animé se comportent tous deux comme des entités insécables ne constitue évidemment pas à lui seul une analogie ayant valeur d'argument sérieux en faveur de la thèse du « tout est sensible ». Il faut en dire autant en ce qui concerne l'argument ci-dessus décrit, fondé sur l'« activité » des microsystèmes. L'analogie existe, mais est-elle plus qu'une analogie ?

Compte tenu de la discussion qui précède, l'idée du « tout est sensible » apparaît comme n'étant ni à rejeter catégoriquement ni à soutenir sans réserve. Ce qui est certain c'est qu'elle ne peut pas – ou pas encore – être considérée comme une théorie scientifique ayant aucun fondement solide. Il faut donc se garder de s'y référer inconsidérément dans le but d'expliquer des faits d'expérience. La publicité accordée aux phénomènes parapsychiques peut certes constituer une tentation de cet ordre, et cela d'autant plus que l'existence réelle de ces phénomènes est considérée comme indubitable par un certain nombre de personnes au jugement sérieux. Mais on doit garder très présent à l'esprit le fait que, mis à part ces quelques personnes, la foule des convaincus et des adeptes est dans ce domaine d'un niveau particulièrement peu élevé du point de vue de l'esprit critique. Tout essai théorique pour rendre compte de tels – éventuels – phénomènes étant inévitablement à l'heure actuelle du domaine de la spéculation, le fait en question doit obliger à une prudence très spéciale. On peut en effet tenir pour assuré qu'en ces matières toute ébauche de théorie ou de modèle serait inévitablement défigurée par les miroirs déformants d'entreprises de « vulgarisation » puissantes, agressives, à l'affût du sensationnel, et malheureusement pas toujours désintéressées. Dans ces conditions il est loisible d'estimer que, pour un théoricien, la façon la moins risquée de pouvoir espérer contribuer positivement à l'ensemble des connaissances est encore de se tourner vers des matières autres que celles-là. Ou alors, s'il en fait le sujet de sa réflexion, on peut penser qu'il devra du moins rester sur la réserve jusqu'au moment où, ayant surmonté des difficultés réellement très considérables, il aura enfin pu élaborer une théorie des phénomènes qui soit exacte, précise, bien vérifiée par un ensemble de faits connus et qui s'insère d'une manière satisfaisante dans la science déjà établie.

En revanche il n'y a pas d'inconvénient à considérer la doctrine du « tout est sensible » comme constituant un grand et beau mythe, riche

d'un enseignement caché. Si quelque sage, au terme d'une longue méditation, est parvenu à des convictions animistes, il faut qu'il sache que même un homme de science peut le comprendre, et enrichir par là ses vues personnelles sur le monde. Entre eux, il ne s'agira pas alors de procédés techniques permettant de prédire des effets de lévitation ou de torsion de barre de fer, ou d'autres choses de ce genre. Il s'agira d'aspirations toutes différentes, tendant à une intelligence des rapports autres que d'action qui peuvent exister entre l'esprit humain et la réalité profonde.

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

11
Science et philosophie

Les grandes lignes de ce que, faute d'un mot meilleur, je dois bien appeler ma « philosophie » (ou – pis encore ! – ma « conception du monde ») ont été exposées au chapitre 9. Les mots de « philosophie du réel voilé » la résument correctement. Si elle n'est pas entièrement fondée sur la seule considération de la science contemporaine, du moins prend-elle très au sérieux les contraintes qu'imposent les données de base de cette dernière. En témoigne la teneur des précédents chapitres concernant la non-séparabilité, la philosophie de l'expérience et les tentatives infructueuses d'Einstein visant à restaurer un réalisme purement physique fondé sur la localité. On l'a vu, de telles contraintes conduisent tout naturellement à reconnaître que – sauf subtil contre-argument éventuel, – un réalisme non physique est finalement la seule conception qui paraisse compatible avec tous les faits.

Une telle opinion, comme l'analyse qui y conduit, peut cependant susciter des réserves *a priori* très légitimes, venant d'horizons différents. Ainsi, certains philosophes émettront des objections quant à la méthode suivie : ils avanceront l'idée que la prise en considération des faits d'expérience et des grandes théories de la physique contemporaine n'était aucunement nécessaire pour arriver à des résultats qui, selon eux, pouvaient être obtenus d'emblée, par une simple réflexion d'ordre général portant sur le manque de cohérence interne de tout « réalisme scientifique ». Au contraire, bien des scientifiques mettront l'accent sur le caractère schématique et qualitatif des analyses que j'ai ci-dessus développées et qui ont abouti à la réfutation de tout réalisme physique. Dans la vie courante, souligneront-ils, des analyses de ce type suffisent en général à conduire l'esprit vers des conclusions correctes parce que les concepts qu'implicitement de telles analyses utilisent sont pré-adaptés (ayant été élaborés en vue précisément de la vie courante par l'enfant que nous fûmes ou par l'immense succession de nos

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

ancêtres, ou par les deux, comme il a déjà été exposé). Mais quand il s'agit d'analyser la structure intime de la matière (domaine interdit à l'enfant et à nos ancêtres faute de motivations et d'instruments appropriés) tout est neuf, même les concepts. Et dans ces conditions les méthodes qualitatives de la réflexion naturelle risquent fort d'être insuffisantes. Ces critiques feront donc valoir que dans ces conditions l'on doit procéder à une analyse beaucoup plus serrée et quantitative qu'il n'est possible de le faire dans un livre d'idées générales, en exploitant en particulier tout l'arsenal des théories contemporaines de la physique. C'est seulement ainsi – diront-ils – que l'on s'assurera, éventuellement, de l'absence de tout argument très subtil du type évoqué ci-dessus, c'est-à-dire susceptible de mettre en échec les conclusions auxquelles conduit « naturellement » une simple réflexion qualitative.

Il est normal, je dirai même, il est indispensable, que de telles réserves soient formulées. Le présent chapitre, un peu plus technique que les précédents, se propose de les examiner et de donner au moins des indications générales quant aux raisons qui font que, selon moi, elles n'invalident ni les conclusions générales dont il s'agit ni la méthode d'analyse qui a conduit à ces dernières.

La diversion macroscopique

Sans doute est-il souhaitable d'étudier en premier lieu les réserves du type de celles ci-dessus attribuées aux scientifiques. Beaucoup de scientifiques aimeraient concilier le réalisme physique avec les faits. Et pour cette raison ils nourrissent l'espoir de voir intervenir quelque argument non élémentaire (subtil même, si on veut le qualifier de tel !) qui ouvrirait la voie à une conciliation entre le réalisme physique et la théorie quantique, laquelle décrit des faits d'une importance considérable. Actuellement il est une idée qui, sur ce sujet, réalise à peu près l'unanimité des experts. Elle consiste à considérer que, dans la mesure où un tel espoir subsisterait, il passerait nécessairement par la prise en considération du caractère macroscopique des instruments de mesure des grandeurs physiques. L'usage du conditionnel s'impose car les spécialistes de la question ne sont pas encore parvenus à accorder pleinement leurs vues quant à la question de savoir si une telle condition est suffisante[76].

Quand on cherche à concrétiser une telle idée la difficulté principale réside à la fois dans la conception générale que l'on se forme des objets et dans la définition des termes. Les objets macroscopiques sont étendus. Ce qui signifie que, par la pensée, il est possible de les décomposer en parties, dont chacune occupe une région bien déterminée de l'espace, la réunion de ces régions étant précisément l'espace total occupé par l'objet. Ces parties peuvent elles-mêmes être similairement décomposées par la pensée. De sorte qu'il est très difficile de ne pas penser un objet macroscopique en termes de constituants « microscopiques ». En fait cela est même impossible au vu de la physique qui est la nôtre, puisque celle-ci montre bien – par le moyen des procédés expérimentalo-déductifs les plus classiques – qu'effectivement les corps macroscopiques – les « objets » – nous apparaissent comme étant ainsi constitués ; et puisqu'elle nous précise même la nature, molécules, atomes, électrons, nucléons…, des constituants microscopiques dont il s'agit.

Mais d'un autre côté si je m'engage résolument dans une telle voie, qu'appellerai-je « objet (ou corps) macroscopique » ? Certainement pas un système physique formé de deux ou trois particules ou atomes. L'expérience établit en effet avec certitude que de tels petits systèmes obéissent encore aux lois de la théorie quantique (ils donnent naissance par exemple, tout comme leurs constituants, à des effets de diffraction). Elle établit aussi que l'on peut faire sur de tels systèmes des mesures qui, selon cette même théorie, sont incompatibles avec l'hypothèse selon laquelle les systèmes en question posséderaient en toutes circonstances et à tout instant des positions bien déterminées, au moins à l'échelle macroscopique. Or, pour la conciliation recherchée, il est essentiel que l'hypothèse en question puisse être faite en ce qui concerne les pièces diverses (aiguille, cadran, etc.) des instruments. Mais alors, mesurée en termes de nombre de microsystèmes constituants, quelle est la complexité à partir de laquelle l'hypothèse peut être faite à propos d'un objet donné ? Le nombre en question sera-t-il trente-sept, soixante-quinze, quarante millions ? Il est clair qu'aucune réponse de ce type n'a de chances sérieuses d'être juste, car de tels choix sont arbitraires. En fait, les théoriciens qui recherchent la conciliation dans cette voie sont à l'heure actuelle unanimes dans leur réponse (fondée encore une fois sur des calculs élaborés) : ce nombre ne peut être qu'infini. Ce qu'il faut entendre

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

par là c'est que pour pouvoir penser sans contradiction possible (par aucune expérience imaginable) un système physique complexe comme muni – en toutes circonstances et à tout instant – de propriétés intrinsèques (telles que position approchée du centre de gravité, vitesse approximative, etc.), il faut (condition nécessaire) que le nombre de ses constituants « élémentaires » soit infini. Il faut, de plus, que le système en question occupe une étendue infinie dans toutes les directions de l'espace. Selon certains chercheurs il faut en outre admettre que, mis à part certaines grandeurs macroscopiques simples, les quantités qui, sur un système, sont observables en principe (et aux expressions mathématiques desquelles on doit donc conférer un sens physique) ne peuvent mettre en jeu qu'un nombre fini de constituants élémentaires du système ou – tout au plus – un nombre dont le rapport au nombre total de ces constituants est inférieur à l'unité et soumis à des conditions restrictives convenables. D'autres conditions doivent enfin être satisfaites qu'il est inutile de passer ici en revue.

Qu'il s'agisse là d'une idéalisation, chacun, bien entendu, le reconnaît et, en toute première ligne, les auteurs mêmes de telles recherches. Mais, disent-ils, l'idéalisation est légitime. Si les systèmes macroscopiques ne sont pas infinis, du moins sont-ils très grands comparés aux dimensions caractéristiques des atomes et des molécules. Les traiter comme s'ils étaient infinis n'est pas plus critiquable que de considérer comme rigoureusement isolé un système qui ne l'est qu'à une bonne approximation. Or cette dernière opération est de pratique courante et personne n'y trouve à redire. En outre l'idéalisation dont il s'agit a déjà fait ses preuves. C'est en effet par un procédé tout à fait semblable que l'on parvient, par exemple, à faire la théorie des changements de phase. Enfin, un lien existe entre la conciliation ici élaborée (entre théorie quantique et réalisme physique) d'une part et la conciliation (élaborée par d'autres recherches plus classiques) entre la réversibilité des équations de la microphysique et l'irréversibilité du monde macroscopique d'autre part. À partir de tels arguments les scientifiques dont il s'agit affirment que, tout compte fait, théorie quantique et réalisme physique sont conciliables.

Les arguments en question sont solides mais pourtant, on le voit, subtils. Même après les avoir assimilés dans le détail (au prix d'une certaine étude technique) il est donc difficile de dire s'ils emportent ou non la conviction.

En effet, l'opinion qu'on se formera à leur sujet dépendra crucialement de la plus ou moins grande exigence que l'on nourrira – souvent implicitement – à l'égard de la science et de son pouvoir descriptif. Je conteste ici leur pertinence, essentiellement parce que l'exigence en question devra, me semble-t-il, être différente selon que le problème étudié sera de nature exclusivement scientifique ou, au contraire, sera tourné vers la recherche d'une connaissance de « ce qui est ».

Une telle proposition demande un éclaircissement et le voici. L'étude des changements de phase de la matière, à laquelle il a été fait allusion plus haut, est selon moi un exemple de problème du premier type. Elle ne concerne en effet que les phénomènes. Si, pour le modèle idéalisé d'un système physique infini, je parviens à construire une théorie cohérente des phénomènes qui, qualitativement, reproduise les faits observés je peux me tenir pour satisfait. En effet, je peux très naturellement estimer que le cas de systèmes finis mais grands, bien que plus difficile à traiter en pratique, n'a pas de raisons essentielles de différer beaucoup de celui du modèle idéalisé. Et il m'est permis de penser que les petites différences qui ne peuvent manquer d'exister entre les deux cas sont assez ténues pour avoir échappé à l'observation. La certitude, au moins morale, que de telles différences existent ne me gêne donc nullement. Et cela reste vrai – de toute évidence – même si je me prends à songer que quelque expérimentateur particulièrement bien équipé pourrait amplifier les effets des différences en question si la fantaisie l'en prenait, et par là les rendre observables. À la limite rien ne m'empêche d'imaginer quelque démon aux sens infiniment subtils[77] qui, lui, percevrait d'emblée les différences entre la réalité et les prédictions du modèle idéalisé. Pour ce démon, sans doute, le modèle serait médiocre. Mais pour nous il est bon car nous ne sommes pas sensibles aux différences objectives qu'il présente avec le réel (empirique). Et un modèle scientifique qui, comme celui-ci, rend bien compte de nos observations, qui, au surplus, nous permettra éventuellement de prédire ce que nous observerons si nous étudions quelque nouveau corps est donc, sans conteste, un bon modèle à nos yeux[78].

On vient d'examiner le cas de problèmes du premier type, c'est-à-dire internes à la science. En ce qui concerne le problème de la conciliation entre théorie quantique et réalisme physique (appelé plus brièvement « problème de la conciliation » dans ce qui suit), la situation est à la

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

fois tout à fait semblable et toute différente. En quoi, d'abord, est-elle semblable ? En ceci que seule existe – ici aussi – une théorie des instruments fondée sur le modèle idéalisé d'objets macroscopiques supposés infinis. En ceci également que les différences entre les prédictions d'un tel modèle et les données réelles concernant des systèmes macroscopiques véritables (tels que des instruments ou portions d'instruments) sont très difficilement décelables (en pratique elles sont même entièrement hors de portée de nos procédés expérimentaux). En ceci enfin que les différences en question sont néanmoins réelles. Sauf si est faite une hypothèse *ad hoc* (dont je réserve pour ci-dessous la discussion), le démon précédemment considéré, s'il était mis en présence de deux objets macroscopiques réels ayant interagi dans le passé, n'aurait en effet aucune peine à mettre en évidence des faits du type général des phénomènes d'interférence : je veux dire des faits qui, si la théorie quantique est exacte, seraient *incompatibles* avec l'idée selon laquelle les centres de gravité des objets en question sont à tout instant macroscopiquement localisés.

En quoi, maintenant, la situation est-elle différente, dans le présent « problème de la conciliation », de ce qu'elle est dans celui du changement de phase pris comme exemple un peu plus haut ? La réponse est claire. La situation est autre dans la mesure – et *seulement* dans la mesure – où les différences existant dans *les deux cas* entre réalité et « prédictions du modèle » sont, dans le cas du problème de la conciliation, considérées par nous – bien qu'elles nous soient inobservables ! – comme contrevenant *irrémédiablement à nos exigences réalistes*, et inacceptables pour cette raison.

Ici la dialectique devient, comme on le voit, assez subtile. Le point est que le démon ci-dessus introduit ne peut absolument pas laisser passer l'affirmation – essentielle pour le réaliste ! – que, dans tous les cas et à chaque instant, toute partie d'instrument – toute aiguille de voltmètre pour fixer les idées – est en une position déterminée ou même seulement quasi déterminée. Dans certains cas, il peut en effet faire des expériences qui lui démontrent tout le contraire. Donc la thèse de la quasi-localité universellement réalisée des parties d'instruments est fausse. Mais, dira-t-on, votre démon n'existe pas ! Certes, répondra-t-on, mais ce qui compte ici c'est que je puis le concevoir : une thèse ne peut être vraie si certaines de ses conséquences vérifiables en droit sont fausses à coup sûr. Et cette impossibilité demeure même dans le cas où de telles conséquences ne sont

pas actuellement vérifiables en fait, en raison de l'état peu avancé de la technologie ou pour des raisons similaires, contraignantes mais seulement descriptibles par référence à *l'humain.*

La discussion peut se poursuivre sans qu'aucun des protagonistes s'avoue battu. Selon moi ce fait tient, non à ce que l'un d'eux raisonnerait mal mais à ce qu'ils se forment de la réalité deux conceptions différentes. Celui qui souligne l'inexistence du « démon » et qui, plus généralement, fonde ses arguments sur certaines limites pratiques de l'humain est par là un kantien, explicite ou qui s'ignore : ce qui ne veut pas dire évidemment qu'il souscrit nécessairement à l'intégralité des thèses de Kant. Heisenberg, par exemple, était un kantien explicite bien qu'il rejetât la conception métaphysique de Kant sur l'*a priori*. Le disciple de Heisenberg appelle donc « réalité », tout court, une réalité vue par l'homme (qui d'autre, demande-t-il, pourrait donc la voir ?) et qui coïncide dès lors avec ce que j'appelais plus haut « la réalité empirique ». N'acceptant de considérer comme vraiment sensée aucune autre conception de la réalité (sauf peut-être une certaine « potentialité »), il peut à bon droit rejeter l'objection qui a ci-dessus été décrite en termes de « démon » ou en termes d'expérimentateur aux talents surhumains. Il peut dès lors considérer que la prise en considération de la notion d'objet macroscopique résout bien le problème de la conciliation. Mais tout aussi légitimement – c'est toujours le même, éternel problème ! – son adversaire dans la discussion précédente peut refuser de considérer comme ultime une telle conception d'une réalité finalement centrée sur l'humain. Pour ce dernier, l'objection dont il s'agit demeure valable et le problème de la conciliation entre théorie quantique et réalisme physique n'est donc pas résolu par l'introduction de la notion d'objet macroscopique, quelle que soit par ailleurs la fécondité de cette notion. En ce qui me concerne, ayant défini la réalité comme indépendante de l'homme, c'est avec ce second point de vue qu'un simple souci de cohérence m'oblige de me solidariser.

Pour éviter au maximum l'obscurité qu'entraîne l'abus des incidentes j'ai ci-dessus réservé une hypothèse, que j'ai qualifié de *ad hoc.* Il est temps de spécifier celle-ci et de montrer qu'elle ne change pas le fond de l'argument.

Il s'agit en fait là tout simplement d'une hypothèse déjà mentionnée quelques pages plus haut et selon laquelle la plupart des quantités qui sont

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

observables sur un système ne peuvent mettre en jeu qu'un nombre de constituants élémentaires de celui-ci qui soit, soit fini, soit du moins soumis à des conditions restrictives particulières. Certains des chercheurs qui tiennent le problème de la conciliation pour soluble par les voies ici étudiées se fondent spécialement sur une telle hypothèse. Je crains cependant que son usage à cet effet n'apparaisse comme possible que grâce à une imprécision contenue dans sa formulation elle-même. Qu'entend-on, en effet, par « observable » dans l'énoncé qu'on vient de lire ? Si l'on entend seulement « observable par l'homme actuel, compte tenu des limites humaines de la précision des techniques », alors rien n'est changé à l'argumentation des paragraphes qui précèdent. Si l'on entend « observable en droit », alors effectivement l'objection développée dans les paragraphes en question n'est plus tenable sous cette forme puisque, alors, même le démon ne pourrait faire d'expériences qui lui montreraient des différences entre les prédictions de la théorie quantique et celles fondées sur la quasi-localité universelle des instruments ou parties d'instruments. J'affirme cependant que l'objection (qui ne concerne, encore une fois, que la possibilité d'une solution au problème de la conciliation, laquelle s'inscrirait dans le cadre d'un réalisme physique, donc non kantien et non heisenbergien), j'affirme que cette objection reparaît alors sous une autre forme. Sur les systèmes réels et dans le cadre de la théorie quantique actuelle on ne voit, en effet, apparaître aucun moyen rationnel permettant de scinder l'ensemble des entités mathématiques, susceptibles *a priori* de décrire des grandeurs physiques, en deux sous-ensembles, celui d'entités correspondant à des quantités observables en droit et celui d'entités sans signification à cet égard ; ou, plus précisément, on ne voit aucun moyen rationnel d'opérer ce partage d'une manière qui ouvre effectivement la voie à une description réaliste du phénomène de la mesure dans ce qu'il a de pleinement général. L'obscurité du problème – sur les aspects techniques duquel il n'est pas possible de s'étendre ici – tient essentiellement, d'une part au fait qu'il concerne des systèmes réels, donc non infinis et d'autre part à son caractère de tout ou rien. En droit, ou bien une quantité mathématique donnée correspond à une grandeur existant en réalité (et donc « observable en droit » par le démon) ou bien elle ne correspond à aucune grandeur de ce type. Les catégories intermédiaires ne figurent pas dans notre arsenal conceptuel.

La discussion qu'on vient de lire peut apparaître comme touffue. Elle est cependant encore bien loin de refléter la complexité réelle des problèmes. C'est ainsi par exemple que même dans l'hypothèse où une conciliation cohérente aurait pu être établie entre la théorie quantique et le principe de quasi-localité universelle des instruments, une certaine adjonction à la théorie en question aurait été nécessaire pour concilier pleinement celle-ci avec le réalisme physique. L'adjonction dont il s'agit eût été celle de variables nouvelles, supplémentaires aux fonctions d'onde des parties d'instruments (telles qu'aiguilles indicatrices) et correspondant aux positions prises par ces dernières après une « mesure » effectuée sur un système quantique. Dans le cas général, en effet, les positions dont il s'agit ne sont pas déterminées à l'avance. Elles ne sont donc pas spécifiées par les fonctions d'onde initiales, ni, par conséquent, par la fonction d'onde totale du complexe « système mesuré plus instrument ». Il s'agit ainsi de variables aléatoires, qui ne prendraient des valeurs précises que lors des mesures en question. La question de savoir à partir de quel degré de complexité les instruments susciteraient l'apparition de telles variables représente une autre facette des difficultés ci-dessus décrites.

Le recours, en référence à des problèmes de telle sorte, à la notion d'irréversibilité a souvent été proposé. Mais de toute manière il est bien clair qu'un tel recours ne fait que déplacer la difficulté compte tenu des graves problèmes – similaires, au surplus, à ceux ici décrits – auxquels se heurte toute tentative de définition « objective au sens fort » – et applicable à des systèmes non abusivement idéalisés – de ce qu'on entend par « phénomènes irréversibles ». On peut noter enfin que l'usage du fait que les systèmes macroscopiques quantiques ne sont pratiquement jamais pleinement isolés peut également être invoqué dans la recherche d'une solution aux difficultés ici décrites. Mais que, de nouveau, l'étude systématique de cette approche fait surgir quelques-unes des subtilités et des questions non résolues que l'on a déjà rencontrées.

J'ai ci-dessus exposé que, ayant défini la réalité comme indépendante de l'homme, une simple exigence de cohérence me rendait solidaire du point de vue selon lequel la prise en considération du caractère macroscopique des instruments ne suffit pas à réconcilier la théorie quantique usuelle avec le postulat du réalisme physique. Au cours des précédents chapitres il a même été exposé – mais d'une manière plus succincte – que

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

plus généralement il n'existe pas, me semble-t-il, de conception générale et non arbitraire qui soit capable d'opérer une telle réconciliation. Il me faut donc insister sur le fait – qui peut paraître paradoxal à première vue – que malgré cela je trouve extrêmement intéressants et instructifs des développements théoriques souvent considérés comme visant une telle réconciliation[79]. En réalité il n'y a là nul paradoxe dans la mesure où les auteurs de tels développements déclarent, pour la plupart, se situer, du point de vue philosophique, dans l'axe de la pensée de Heisenberg. En effet, il s'agit alors du problème, bien posé mais extrêmement riche et complexe, des relations entre la réalité *empirique* et l'homme. Inéluctablement l'homme (comme bien certainement l'animal) se sent exister dans l'espace. Une telle réalité, pour être seulement « empirique », n'en est pas moins, pour lui, infiniment « réelle ». De même est pour lui infiniment réelle l'irréversibilité du temps, qu'il sent s'écouler irrémédiablement sans possible retour en arrière. Même si elle ne constitue pas le sujet du présent ouvrage (on doit se garder d'aspirer à traiter de tout !) c'est donc une passionnante étude que celle, détaillée, des interconnexions, des « feed-back » entre les microstructures physiques telles qu'appréhendées par l'homme d'une part et d'autre part leur tendance à engendrer dans certains cas des composés macroscopiques irréversibles et/ou organisés, puis les structures que la pensée, apparue en certains de ces composés, peut hériter d'un tel processus de formation, puis enfin – bouclant la boucle ! – l'action de ces structures de la pensée sur les modes possibles de l'appréhension par l'homme des microstructures physiques. Les résultats quantitatifs de telles recherches nous laissent entrevoir – loin de toute spéculation fondée sur l'arbitraire – des vérités assez profondes quant à la manière précise dont, par exemple, ce que nous autres, êtres vivants, appelons « ordre » peut s'établir progressivement au sein du « désordre » sans violer pour autant les lois de la physique, et sur d'autres thèmes similaires.

Joint à l'évidence qui veut que, par définition, les êtres humains que nous sommes ne peuvent appréhender directement rien d'autre que la réalité empirique, le fait que des découvertes du type de celles ci-dessus mentionnées peuvent s'élaborer progressivement à partir de la seule physique opérationnelle – sans injection préliminaire d'aucun *a priori* concernant l'être – peut valablement conduire celui qui le constate à estimer qu'en définitive seule compte – seule même a un sens pour l'homme – la réalité

empirique. Aussi est-il compréhensible que ce dernier point de vue – qui est celui, par exemple, schématiquement exprimé par Wolfgang Pauli dans les fragments de lettres cités ci-dessus au chapitre 3 – soit celui lucidement adopté par beaucoup de physiciens théoriciens. Mais, bien entendu, il est légitime de reconnaître le sérieux et le poids d'arguments favorisant un certain point de vue et de se rallier cependant en définitive à un point de vue différent, si les arguments jouant en faveur du second paraissent, tout compte fait, de plus de poids encore. Tel est mon cas en la matière, comme je l'ai dit. Les arguments qui, à mes yeux, font pencher ainsi la balance ont été longuement développés ici au cours des chapitres antérieurs mais, dans les grandes lignes, ils se résument en deux idées maîtresses. L'une est *a priori* et j'en conviens : je n'accepte volontiers ni la thèse, orgueilleuse à mes yeux, selon laquelle tout le réel serait centré sur l'homme, ni celle, trop modeste me semble-t-il, selon laquelle l'homme n'aurait, définitivement et sans recours, accès qu'à de « vaines » apparences, par quelque moyen qu'il s'y prenne ! L'autre idée maîtresse est, celle-là, *a posteriori*. Elle est fondée sur la constatation du fait que la non-séparabilité est à la fois relation à la réalité indépendante et (néanmoins) accessible à l'expérience. La seconde de ces propositions a été prouvée au chapitre 4, la première le sera très explicitement au prochain chapitre. Prises ensemble elles font, à l'évidence, descendre la notion de réalité indépendante du ciel des grandes idées métaphysiques. Ces êtres très concrets que sont les scientifiques peuvent donc recommencer à la considérer.

La « ligne droite » des philosophes

Je viens de tenter de défendre ma conception d'un réalisme non physique vis-à-vis des objections pouvant émaner de milieux scientifiques. Conformément au plan prévu pour ce chapitre il me faut maintenant me tourner vers les philosophes. De ce côté l'objection à considérer ne porte pas sur la thèse même mais bien plutôt sur la manière de l'établir. Les philosophes auxquels je pense sont en effet ceux qui – tel F. Alquié[80] – estiment – je schématise – que le réalisme physique défini plus haut est absurde *a priori* et que cependant la notion d'être a un sens. D'où un réalisme non physique ou quelque conception plus ou moins similaire.

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Ma tâche est ici d'essayer de montrer que la méthode de preuve de ces philosophes, celle qui leur permet de voler à tire-d'aile vers la conclusion sans avoir à introduire aucune considération concernant la structure même de la physique telle que l'expérience nous la révèle, si elle a pour elle la rapidité, est pourtant moins sûre que la mienne, qui se fonde au contraire sur certains de ces « détails ». Du moins mon programme est-il d'expliciter mon sentiment à cet égard pour tenter, s'il se peut, de concilier les points de vue ou, au moins, de les rapprocher.

Quiconque accepte la thèse du réalisme physique, c'est-à-dire, schématiquement, l'idée que la nature possède une réalité objective indépendante de nos perceptions et de nos moyens d'investigation mais descriptible en principe par les moyens de la physique, quiconque adopte une telle thèse est plus ou moins inévitablement conduit, d'une part à définir la réalité physique comme étant constituée par l'ensemble des objets accessibles en principe à notre connaissance expérimentale (directement ou par théorie interposée) et d'autre part à considérer cette même réalité comme première par rapport à l'esprit, puisque la notion de nature englobe tout ce qui est, y compris, donc, l'esprit. L'objection des philosophes dont il s'agit s'adresse à qui fait sien un tel point de vue. Elle consiste en ceci. Il est, disent-ils, contradictoire, après avoir affirmé le primat de la réalité physique sur l'esprit, de définir cette même réalité physique « au niveau de l'objet scientifique, c'est-à-dire précisément comme construction de l'esprit[81] ». Ils concluent que tout « objectivisme scientiste », c'est-à-dire justement toute philosophie qui définit la matière au niveau de l'objet scientifique (c'est le cas en particulier de la pensée de Lénine comme c'est le cas de bien des « matérialistes » à prétentions scientifiques), n'est, purement et simplement, qu'un idéalisme qui s'ignore.

Que faut-il penser d'un tel argument ? S'il est valable, comment expliquer qu'il ait échappé à tant de personnes intelligentes, qui se disent « matérialistes » ? S'il ne l'est pas, où est l'erreur ?

Je pense pour ma part que l'argument est juste pour qui exige une science *certaine*. En toute rigueur, en effet, il n'est d'assuré que l'opératoire. Si seul le certain est scientifique, alors la science ne fait pas d'affirmations hors les affirmations à structure opératoire. Or l'opératoire n'a de sens que par référence à l'opérateur. Prétendre, par exemple, que l'électron existe *en soi*

parce qu'on a pu opérationnellement découvrir certaines régularités expérimentales que la notion d'électron sert à décrire, c'est faire une affirmation incertaine et qui déborde le cadre scientifique. Et pour tout le reste il en va de même. Si je veux une science certaine, alors la notion d'un quelconque objet scientifique se ramène totalement – est totalement épuisée par – à la notion d'un certain ensemble d'opérations que *nous* pouvons faire et de résultats que *notre* esprit peut percevoir. Il n'y a rien, il ne peut rien y avoir, de sous-jacent, car ce sous-jacent serait incertain : juste peut-être mais peut-être faux et peut-être aussi dénué de sens. Et les philosophes ont raison : même si l'exemple de l'électron nous aide à comprendre l'argument (surtout si nous savons un peu de physique moderne), il n'est aucunement essentiel. En toute rigueur, l'argument est *a priori* : c'est-à-dire totalement indépendant de ce que sont, en fait, les données expérimentales et théoriques de la physique.

Mais, d'un autre côté, une telle conclusion n'épuise pas le sujet, car qui donc exige que la science soit vraiment *certaine* ? Une quasi-certitude n'est-elle pas suffisante ? Il faut bien, au surplus, qu'il en soit ainsi car depuis longtemps les épistémologues ont mis en évidence la stérilité – même au plan strictement scientifique – de tout empirisme intégral, de tout opérationalisme qui serait absolument rigoureux. Pour permettre certaines généralisations, pour fonder la notion de loi universelle, un certain dépassement du pur opératoire est nécessaire[82]. Par cette faille, une incertitude, il est vrai, apparaît en droit, en ce qui concerne la validité des affirmations de la science. Mais, heureusement, cette même science nous a appris qu'il existe dans la nature des cas où l'incertitude est si faible qu'elle équivaut pratiquement à la certitude. Comme chacun le sait, la probabilité pour que gèle le contenu d'une bouilloire placée sur le feu n'est pas égale à zéro. Mais elle est si faible qu'elle est négligeable. Dans les prédictions de la science et plus encore dans les interprétations de celle-ci, nous sommes ainsi accoutumés à tolérer une légère incertitude.

Or cela suffit à modifier complètement les données du problème posé. Pour le voir, je demande que l'on imagine un monde assurément très différent du nôtre mais néanmoins fort concevable. Un monde – une « réalité indépendante » – où la mécanique newtonienne élémentaire serait exacte et non pas seulement approchée. Un monde similaire à celui que semblent avoir imaginé les d'Alembert, les Laplace, les Lagrange et plus généralement

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

les théoriciens de la fin du XVIIIe siècle et du début du XIXe. Tous les phénomènes y seraient explicables à partir de la mécanique newtonienne du point matériel, et analysables en dernier ressort comme des mouvements de petits grains soumis à des forces émanant elles-mêmes de ces petits grains. Quand je dis qu'un tel monde est concevable, je ne prétends pas énoncer un jugement quantitatif. Il est très possible qu'une analyse strictement déductive puisse démontrer que Laplace avait tort *a priori* : et, plus précisément, qu'elle puisse prouver que, dans un monde semblable, il n'est pas possible en droit que se forment des corps solides structurés, des organismes et ainsi de suite, et donc pas non plus des cerveaux. Mais une telle analyse, à supposer même qu'elle soit possible, n'est du moins pas de l'ordre de l'évidence, puisqu'elle a échappé aux plus grands esprits de l'époque dont je parlais. C'est là ce que j'entends quand je prétends qu'un monde newtonien est concevable. Si je vivais dans un tel monde, et si j'y édifiais la physique, j'introduirais, à n'en pas douter, les concepts de grains et de forces. Et, il est vrai, je les introduirais par une *construction de mon esprit*, à partir des expériences journalières de l'action, tout comme l'ont fait, dans le monde réel, les physiciens d'autrefois. À ce stade, le philosophe a donc encore raison : même au sein d'un univers aussi simple et élémentaire, l'objet scientifique serait *en toute rigueur* une construction de l'esprit. Et dans la mesure où le physicien voudrait considérer sa science comme un faisceau de certitudes il devrait, même dans ce monde-là, reconnaître, tout comme dans le nôtre, que les *certitudes* en question ne concernent que ce que font, éprouvent, écrivent, lisent, et ainsi de suite, l'ensemble des êtres pensants et communicants, et non du tout la réalité indépendante. Mais si, comme les nôtres, les physiciens de ce monde newtonien acceptaient de se contenter de quasi-certitudes en lieu et place de certitudes, alors ils seraient, me semble-t-il, parfaitement fondés à se référer au principe que, dans les cas où il existe une seule explication simple et cohérente de tout un ensemble de faits, cette explication a une probabilité extrêmement grande d'être exacte. Dès lors, ils pourraient aisément défendre l'idée selon laquelle les *construits* « grain » et « force » reflètent fidèlement les éléments de la structure de la réalité indépendante, car ils feraient très légitimement valoir qu'une telle idée constitue de beaucoup l'explication la plus simple et la plus cohérente des régularités observées et de l'ensemble du savoir. Appliquant leur principe, ils en déduiraient, légitimement selon moi, que,

selon toute vraisemblance, l'idée en question est juste : ou, en d'autres termes, que « l'objectivisme scientiste » est une doctrine qui a un sens et qui est vraie. Et nous savons, nous, que, *selon notre hypothèse de départ*, ils auraient, en fait, raison.

Par le raisonnement qui précède, j'espère avoir montré que, sauf à réclamer une certitude absolue que nul en fait n'exige, on ne peut réfuter le réalisme physique et ses variantes par le seul recours à l'argument *a priori* des philosophes[83]. Il faut, pour cela, tenir compte du contenu de la physique telle qu'elle est, ainsi qu'il a été fait dans les chapitres précédents. C'est parce que l'ensemble des notions et des principes élaborés par la vie courante, affinés par la réflexion et trouvés applicables à la physique, c'est parce que cet ensemble d'entités *construites* et son agencement en une théorie cohérente ne sont pas susceptibles d'une interprétation objective au sens fort et qui soit unique – et donc non arbitraire – que, selon moi, le réalisme physique est réfuté.

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

12
Non-séparabilité et contrafactualité

Ci-dessus – voir chapitre 4 – la non-séparabilité a été démontrée à partir des faits expérimentaux. La preuve présentée utilisait, on s'en souvient, l'analogie existant entre les mesures quantiques et les épreuves d'un examen. À certaines réserves près, touchant à des détails techniques de l'expérience, la preuve en question est, à ce stade, apparue comme ne faisant appel à aucune hypothèse préliminaire.

D'un autre côté, les analyses subséquentes, celles en particulier des chapitres 5 à 7, ont montré que d'une manière générale l'esprit humain a spontanément une confiance exagérée en lui-même lorsqu'il s'agit de telles matières. Tout spécialement, il érige trop aisément en absolus telles ou telles notions « claires et distinctes » ou qui du moins lui paraissent l'être. Il manque aisément à s'apercevoir des cas où les notions dont il s'agit sont finalement contestables, ou relatives à un contexte limité. Une telle imperfection de l'esprit a – on l'a dit – pour conséquence qu'il importe beaucoup, dans l'étude des fondements de la physique, et, en particulier, ici, de faire une recherche systématique visant à déceler les notions ou les hypothèses implicites qui peuvent se glisser tout naturellement dans un argument. Parfois il arrive, et cela est heureux, qu'une telle recherche soit infructueuse. On doit alors s'en réjouir car le fait montre que l'argument dont il s'agit est très généralement valable. Dans d'autres cas la recherche en question débouche sur la mise en lumière d'une hypothèse ou d'une notion dont on pourrait concevoir – tout bien considéré – qu'elles fussent erronées ou privées de sens. Dans ces conditions il faut évidemment considérer cette notion ou cette hypothèse comme un présupposé de l'argument. Un choix existe alors ; ou bien la notion, ou l'hypothèse, est admise, concurremment avec les autres, et dans ce cas les conclusions

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

de l'argument sont nécessaires, ou bien on désire échapper aux conclusions en question : on le peut mais on sait que l'on doit dès lors considérer l'une des hypothèses introduites comme fausse ou l'une des notions en jeu comme vide de sens. Cela apporte une précision supplémentaire ; même si hypothèses ou notions sont intuitivement tellement « évidentes » qu'en définitive l'esprit préfère encore se rallier aux conclusions en litige que de se résigner à l'abandon d'aucune hypothèse ou au refus d'aucune notion.

Dans un livre qui serait destiné au public général et à lui seul de telles discussions ne trouveraient certes pas leur place. Mais il est vraisemblable que le présent ouvrage tombera dans certains cas entre les mains de personnes disposant de temps pour la réflexion et ayant l'esprit orienté vers l'étude de ces matières. Pour ces personnes de telles analyses ont leur raison d'être. À elles et à elles seules le présent chapitre, ennuyeux pour les autres, est destiné. Relativement aux questions étudiées dans les pages qui précèdent, celles abordées ici sont, au demeurant, secondaires. De sorte que le lecteur pressé ne perdra que très peu d'informations si, renonçant à lire le reste de ce chapitre il consacre en revanche quelques minutes à la lecture du chapitre suivant.

Toute analyse un peu technique devant viser la concision, l'ordre de succession des rubriques qui suivent n'a pas lieu d'être justifié explicitement au départ. Ses motivations apparaîtront d'elles-mêmes au fur et à mesure de la progression de l'argument.

A. Difficultés épistémologiques relatives au problème de la définition des termes de disposition

Il y a longtemps que de telles difficultés sont apparues et que des solutions partielles ont été proposées à leur égard. Les épistémologues appellent « terme de disposition » un mot qui désigne non une propriété d'un système physique qui serait observable directement (à supposer que de telles entités existent), mais au contraire la *disposition* d'un système à manifester telle ou telle réaction *P"* sous des circonstances spécifiées *P'*[84]. Le terme « magnétique » peut servir d'exemple car on cherche en général à définir opérationnellement la propriété *Qx* pour un objet *x* d'être magnétique comme étant une disposition de ce genre. Par exemple on cherche à définir *Qx* par le fait (*P"x*) que *x* attire des grains de limaille de fer lorsque

(*P'x*) de tels grains se trouvent à proximité. Il est clair que les termes de disposition abondent dans les sciences empiriques et qu'il n'est donc pas besoin de chercher beaucoup pour en trouver d'autres exemples. De fait, étant donné qu'en toute rigueur, comme on l'a noté déjà, les propriétés de la réalité ne nous sont jamais accessibles directement le problème serait plutôt, à cet égard, de découvrir des épithètes qui *ne* soient *pas*, en dernière analyse, des termes de disposition !

Quoi qu'il en soit, le schéma ci-dessus donné d'une définition des termes de disposition est une esquisse encore bien vague, et il faut donc la préciser. Or c'est ici que les difficultés surgissent. La première idée qui vient à l'esprit est en effet d'écrire, dans le langage de la logique formelle :

$$Qx =_{Déf.} (P'x \supset P''x) \qquad (1)$$

c'est-à-dire « en clair » :

« *x* est magnétique » $=_{\text{Définition}}$ « Si un grain de limaille de fer est à proximité de *x*, alors ce grain est attiré[85] » (1')

Cependant, en logique formelle le symbole ⊃, qui se traduit par « si… alors – », est toujours systématiquement pris dans le sens de l'implication dite « matérielle », c'est-à-dire comme synonyme de l'expression « ou bien non… ou bien – ». Est-il possible, ici, de conserver ce sens ? Évidemment non car alors le membre de droite de l'égalité (1) [ou (1')] serait satisfait (aurait la valeur de vérité « oui ») non seulement dans les cas où des grains de limaille de fer sont à proximité de *x et* sont attirés mais aussi dans tous ceux où il n'y a aucun grain de ce type dans la vicinité de *x*. La définition (1) ou (1') signifierait donc en particulier que tout objet *x* est magnétique dans les circonstances dans lesquelles aucun grain de limaille de fer ne se trouve dans son voisinage : ce qui n'est évidemment pas l'idée que la définition cherchée doit exprimer !

Mais l'idée en question, en définitive quelle est-elle ? Il est certain qu'elle est mieux approchée par une phrase au conditionnel, du type :

« *x* est magnétique = $_{\text{Définition}}$ « Si un grain de limaille de fer *était* à proximité de *x* alors ce grain *serait* attiré » (2')

Cependant cette phrase (2'), encore faut-il en expliciter complètement le sens, et de telle sorte qu'il coïncide vraiment avec ce que nous avons

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

dans l'esprit quand nous nous représentons un objet qui est magnétique. Or un tel contenu de notre esprit, il semble tout à fait clair qu'il inclut un jugement sur les conséquences d'une prémisse contraire aux faits : quelque chose dont l'expression comporte une contradiction apparente. Comme par exemple la phrase : « Même dans les cas où il n'y a pas véritablement de grains de limaille de fer à proximité, s'il y en avait ils seraient attirés. »

De tels jugements sont dits « contrafactuels ». Il est bien certain qu'une fois explicités ils paraissent étranges. De plus, il est vrai, ils comportent des ambiguïtés dans certains cas. Pour ces raisons les logiciens les tiennent, à assez juste titre, en suspicion. Aussi, même en ce qui concerne les définitions des termes de disposition, certains épistémologues ont-ils proposé de s'en passer. C'est ainsi que Carnap a suggéré le remplacement de la définition (1), (1') par ce qu'il appelle une « définition partielle » formulée au moyen de « phrases de réduction ». Une « phrase de réduction » ayant pour effet d'introduire une « définition partielle » de l'expression « *x* est magnétique » est du type :

« Si *x* est soumis au test consistant à placer des grains de limaille de fer dans son voisinage, alors on le qualifiera de magnétique si, et seulement si, il attire ces grains » (3')

Soit, en écriture symbolique :

$$P'x \supset (Qx \equiv P''x) \tag{3}$$

(Si $P'x$, alors Qx si et seulement si $P''x$: le signe ≡ se traduit en effet par « si et seulement si ».)

On voit ainsi que la définition partielle (3') peut être traduite en logique formelle ou, en d'autres termes, qu'elle est exprimable par le seul moyen des symboles admis par la logique en question. Tel n'est pas le cas de la définition (2'). On vérifie bien aisément d'autre part que l'objection faite ci-dessus à la définition (1), (1') ne peut être faite à (3), (3').

En revanche, la portée de la définition (3') est manifestement beaucoup plus limitée que celle de la définition (2'). Cela, précisément, est dû au fait que (3') ne fournit aucune interprétation pour une phrase telle que : « L'objet *x* est magnétique et il n'y a pas de limaille de fer dans son voisinage. »

Certains épistémologues tendent à considérer que la limitation dont il s'agit n'est pas très grave, ou du moins pas rédhibitoire. Ils font même valoir qu'elle préserve une certaine « ouverture » (laquelle s'avère utile) dans la signification

des termes scientifiques. Ils notent à ce sujet que d'un même terme on peut donner plusieurs définitions partielles, couvrant un éventail de cas (par exemple, une définition du type (3) mais où *P'x* signifie « *x* se meut selon l'axe d'un solénoïde à circuit fermé, non relié à un générateur de tension » et *P"x* : « un courant parcourt le solénoïde »). La coexistence de ces diverses définitions exprime alors une loi particulière (ici la loi suivante : « tout objet qui se meut selon l'axe d'un solénoïde tel que celui décrit ci-dessus et à proximité duquel se trouve de la limaille de fer attire celle-ci si, et seulement si, il crée un courant dans le solénoïde »). D'autres épistémologues – et je les suivrai – estiment au contraire que les avantages de formulation présentés par les systèmes de définitions partielles ne suffisent pas à faire oublier leur manque de généralité[86]. Ils considèrent comme tout à fait inacceptable le fait que, une fois énoncé un ensemble fini de N définitions partielles, une phrase aussi claire que, par exemple, « *x* est magnétique, ne traverse pas de solénoïde, n'a pas de limaille dans son voisinage, etc. » (N termes) puisse rester, pour un logicien, incompréhensible et même dénuée de tout sens !

Mais si l'on adopte ce point de vue, alors il semble bien qu'il faille, d'une manière ou d'une autre, dépasser le cadre de la logique formelle traditionnelle : par exemple, en utilisant les phrases contrafactuelles dans la définition des termes de disposition. Dans cet esprit, on est amené à accorder un sens à la définition suivante :

« *x* est magnétique » $=_{\text{Définition}}$ « Dans les cas où il y a de la limaille de fer à proximité de *x*, elle est attirée et, dans les cas où il n'y en a pas véritablement, s'il y en avait elle serait attirée » (4')

Désormais, les énoncés contrafactuels du type du membre de droite de cette équation seront appelés « implications conditionnelles ». Pour abréger le langage, on prendra même la liberté de traduire la définition (4') en une expression symbolique :

$$Qx =_{Déf.} (P'x > P''x) \tag{4}$$

où *Qx, P'x, P"x* ont les significations précisées plus haut et où le symbole > signifie « si… est vrai alors – est vrai et si non… est vrai alors si… était vrai alors – serait vrai », signification encore une fois étrange, paradoxale en apparence, « contrafactuelle » en un mot mais qui, comme on l'a vu, reflète en cela les caractères véritables de la notion de termes de disposition telle

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

qu'elle existe en notre esprit. Il est inutile de souligner que le « symbole d'*implication conditionnelle* » utilisé en (4) n'a pas sa place en logique formelle non modale.

B. Lien avec le concept de lois physiques

Longtemps les empiristes ont considéré que l'universalité (bien souvent proclamée) des lois scientifiques tenait à ce qu'elles avaient la forme : « Dans tous les cas où les conditions A sont réalisées on observe les faits B. » Mais des recherches épistémologiques récentes ont attiré l'attention sur le fait que tous les énoncés ayant la forme dont il s'agit n'ont pas nécessairement le caractère de lois scientifiques. À titre de contre-exemple G. Hempel[87] considère l'énoncé : « Dans tous les cas où un objet est en or pur, on observe qu'il a une masse inférieure à 100 000 kg. » Il est indéniable qu'un tel énoncé est littéralement vrai et qu'il a bien la forme considérée. Et cependant personne ne l'identifiera à une loi de la nature. Chacun lui reconnaît un caractère purement « contingent » ou « accidentel ». Un tel contre-exemple suffit à montrer qu'une loi scientifique est autre chose qu'un énoncé vrai de forme universelle au sens explicité par le contre-exemple en question.

Mais alors qu'est-ce qui différencie les lois scientifiques véritables des généralisations accidentelles ? Selon certains épistémologues la réponse est celle-ci : contrairement aux généralisations accidentelles une loi peut servir à corroborer une affirmation contrafactuelle. Ainsi, par exemple, soit l'affirmation : « Si le morceau de sucre que je tiens en main avait été mis dans l'eau assez longtemps, il se serait dissous. » L'affirmation est contrafactuelle puisque la prémisse qu'elle considère n'a pas eu lieu. Cependant, je sais que l'affirmation est juste parce que je connais la loi (établie par voie déductive, empirique ou empirico-déductive, il importe peu) selon laquelle les cristaux de sucre sont solubles dans l'eau. La loi se différencie ainsi des généralisations accidentelles du type « tout le sucre entreposé à la Martinique est du sucre de canne » car, même si cet énoncé se trouve accidentellement être vrai aujourd'hui il ne peut servir à justifier l'affirmation « si ce morceau de sucre que je tiens en main était à la Martinique il serait un morceau de sucre de canne ».

Il est concevable que, comme beaucoup d'autres concepts, celui de lois scientifiques doive un jour être dépassé. Il est peu vraisemblable que cela se

produise par un simple retour à la notion de généralisations accidentelles. Mais si la distinction doit subsister et si est exacte l'analyse ci-dessus résumée, alors il faut, semble-t-il, en conclure que, conformément à l'intuition – et en dépit des difficultés signalées –, les énoncés contrafactuels ne sont pas obligatoirement privés de sens.

C. Lien avec le réalisme physique appliqué aux objets

Pour tout esprit humain, la définition (4') – qui met en jeu une implication conditionnelle – suggère sa propre interprétation. Une interprétation si manifeste qu'elle s'impose presque, et qui consiste à invoquer la notion de propriété *possédée* par un système physique. Le membre de droite de (4') a un sens – et est vrai – parce que *x possède en soi* une certaine propriété, et c'est cette propriété que, selon la définition (4'), nous convenons d'exprimer au moyen du terme « magnétique ». On transposerait aisément ceci au cas d'autres notions telles que la dureté d'un caillou, etc. La philosophie (implicite chez presque tout homme) que l'on pourrait appeler « réalisme objectiviste » ou « réalisme des propriétés » se présente ainsi comme étant étroitement liée à la faculté qu'a l'esprit de considérer comme ayant un sens l'implication conditionnelle bien qu'elle mette en jeu un énoncé contrafactuel. La faculté est à ce point universellement répandue que son caractère surprenant, pour ne pas dire paradoxal, n'apparaît qu'à la réflexion. Et encore, doit-on dire, principalement à la réflexion orientée par la philosophie de l'expérience. Car pour l'autre, celle qui se fonde sur le postulat du réalisme objectiviste, la faculté dont il s'agit ne fait que refléter notre présupposé du fait qu'il y a des choses ayant des qualités. Sachant cela – par hypothèse ! – le réaliste objectiviste est pleinement fondé à chercher à déterminer quelles sont ces choses et leurs qualités. Il s'efforce à cet effet de découvrir des régularités dans l'expérience et il pose qu'existent les choses et qualités correspondantes. Pour nommer ces dernières, des définitions du type (4') s'imposent dès lors à lui, et ne recouvrent aucun mystère.

C'est ici le lieu de noter que de telles définitions du type (4') servent en particulier au réaliste objectiviste à définir ce qu'il entend par le fait qu'une grandeur physique *A* vaut *a* sur un objet *x*. Symboliquement :

$$\text{« } A \text{ vaut } a \text{ sur } x \text{ »} =_{Déf.} (P'x > P''x) \qquad (5)$$

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

où $P'x$ signifie « on effectue (on effectuerait) sur x les manipulations physiques correspondant à une mesure de A » et $P''x$ « on trouve (on trouverait) la valeur a ». Ici, de nouveau, la présence du signe > (traduisible comme dans (4')) implique l'intervention de l'idée réaliste selon laquelle x *a en soi* la propriété que son A vaut a, tout à fait indépendamment du fait qu'un être humain se soucie ou non de mesurer A.

D. Contrafactualité et séparabilité

L'objet du présent chapitre est – on s'en souvient – de rechercher quelles sont exactement les hypothèses qu'il serait éventuellement nécessaire de faire pour que soit rigoureuse la démonstration de la non-séparabilité effectuée au chapitre 4 à partir de données expérimentales.

Conduite sur l'exemple des jumeaux la démonstration en question est basée sur le fait que, compte tenu des corrélations strictes observées les années précédentes dans l'université dont il s'agit, si l'un des jumeaux vient de réussir un examen la certitude existe que son frère possède l'aptitude à réussir cet examen. Il est donc inutile de le lui faire subir et on le soumet à un autre. Il est manifeste que la démonstration en question se fonde sur la validité de certains énoncés contrafactuels intervenant dans des implications conditionnelles : je sais que le frère jumeau de Pierre a réussi l'épreuve de grec. Dans le cas où Pierre doit, lui aussi, subir l'épreuve de grec, je sais (par induction) qu'il la réussira. Tout naturellement, j'interprète ceci à la manière réaliste, je parle de l'aptitude de Pierre à réussir l'épreuve de grec, aptitude que je considère comme un attribut possédé par cette personne. Je suis ainsi amené à donner un sens à – et à considérer comme vraie – l'affirmation contrafactuelle qui, touchant le « Pierre » en question, pose que son aptitude à réussir l'épreuve de grec eût objectivement existé même si son frère n'eût pas passé l'épreuve et même si lui-même eût finalement renoncé à s'y présenter. Jointes à l'hypothèse de localité, ces considérations conduisent – on l'a vu au chapitre 4 – à la conclusion que les corrélations strictes entre jumeaux impliquent l'existence, à tout instant et chez chaque étudiant de l'université considérée, d'une aptitude déterminée, positive ou négative, relativement à trois types d'examens (ou plus). Les inégalités de Bell s'ensuivent.

La conclusion de l'analyse présente est donc qu'en toute généralité les inégalités de Bell ne peuvent être déduites de la seule hypothèse de localité

(pas d'influences ayant des vitesses de propagation infinies) mais bien, seulement, de la conjonction de cette hypothèse et d'une autre, à savoir celle selon laquelle les énoncés contrafactuels peuvent avoir un sens dans certains cas bien définis, ceux, encore une fois, où ils figurent dans des implications conditionnelles.

En ce qui concerne le problème posé par la violation expérimentale des inégalités en question, on voit là se dessiner l'amorce (authentique ou trompeuse, on ne le sait encore) d'une solution différente de celle considérée jusqu'ici dans ce livre. Il s'agirait en effet d'une solution qui ne serait pas fondée sur la non-séparabilité (c'est-à-dire sur la violation de l'hypothèse de localité) mais bien sur le refus d'accorder un sens aux extrapolations contrafactuelles d'énoncés factuels sensés.

Encore une fois, les énoncés contrafactuels sont quelque peu tenus en suspicion par les tenants de la logique formelle : du point de vue de cette logique l'idée d'une solution qui leur refuserait un sens est donc assurément séduisante *a priori*. En particulier, une telle solution permettrait d'écarter le symbole > par lequel on a ci-dessus résumé les énoncés de ce type et qui ne s'insère pas dans le cadre traditionnel du « calcul des propositions ». Poursuivant dans cette voie on serait alors conduit, en ce qui concerne la définition de la valeur d'une grandeur physique à un instant donné, à renoncer aux définitions du type (5) qui mettent en jeu un tel symbole et, suivant l'idée de Carnap, à se satisfaire de *définitions partielles* du type général (3) ou (3'), c'est-à-dire à écrire à la place de (5) :

$$P'x \supset (\text{« } A \text{ vaut } a \text{ sur } x \text{ »} \equiv P''x) \qquad (6)$$

où $P'x$ signifie, ici encore, « on mesure (directement ou non) A sur x » et $P''x$ « on trouve a ».

Dans le cadre d'une définition telle que (6) on devrait dire (si elle est seule) : « C'est seulement lorsqu'est présent l'appareil de mesure destiné à mesurer A qu'a un sens l'énoncé "*A* vaut *a* sur" *x*. » De même, dans le cas de l'exemple mettant en jeu les étudiants c'est seulement lorsqu'un examinateur de grec a effectivement interrogé ou (au moins !) se prépare à effectivement interroger le frère de Pierre ou Pierre lui-même que l'énoncé « Pierre possède l'aptitude à réussir l'épreuve de grec » peut posséder un sens quelconque. Si l'on se réfère au contenu du chapitre 4 on constate

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

aisément que dans ces conditions la démonstration des inégalités de Bell qui s'y trouve décrite n'est plus possible car le passage d'un échantillon à l'ensemble est alors dépourvu de sens. Il y a donc là une manière formellement valable de rendre compte du fait que, dans certains cas, ces inégalités sont violées tant par les données expérimentales que par les prédictions issues du formalisme de la théorie quantique générale.

De telles considérations sont, semble-t-il, à rapprocher des thèses de Bohr. Peut-on aller jusqu'à dire qu'elles en éclairent le contenu ? La question est d'ordre subjectif dans la mesure où il est des physiciens pour lesquels les écrits de Bohr sont en eux-mêmes assez limpides et n'ont pas besoin d'« éclairage ». Il en existe cependant d'autres qui, sans nier la profondeur de cet auteur, considèrent comme obscurs certains des points de sa doctrine. C'est à eux qu'est ici proposée une explication d'un des points en question : une explication fondée sur les considérations qui précèdent.

Il s'agit de l'argumentation grâce à laquelle Bohr réfute les assertions d'Einstein *et al.* tendant à démontrer que la mécanique quantique n'est pas complète. Bohr fonde son argumentation sur la prise en considération de l'ensemble du dispositif expérimental. Il souligne le rôle de celui-ci dans la définition du phénomène. Quel que soit ce dispositif, qui peut, cela va de soi, être arbitrairement étendu dans l'espace, Bohr – on l'a vu[88] – affirme au sujet des influences que peuvent exercer ses parties : « il n'est bien entendu pas question d'une influence d'ordre mécanique » [susceptible de violer la localité si le dispositif est étendu mais] « il y a essentiellement la question d'une influence sur les conditions mêmes qui définissent les types de prédictions possibles concernant le comportement futur » du système considéré.

À ceux parmi les hommes de science qui considèrent comme un peu cryptiques les termes employés par Bohr, il est proposé ici une interprétation de ces termes. Elle revient à faire coïncider leur contenu avec celui de la solution envisagée ci-dessus du problème que pose la violation des inégalités de Bell. Dans cette interprétation, la phrase ci-dessus rapportée signifierait en substance : « L'énoncé "A vaut a sur x" n'a de sens dénué d'ambiguïté que dans les cas où, grâce à la présence d'instruments de mesure appropriés, sont déterminées les conditions définissant certains types de prédictions possibles concernant le comportement futur du système. » En d'autres termes la phrase de Bohr signifierait que, en ce qui concerne les systèmes dont s'occupe la microphysique, la définition de la valeur d'une grandeur

physique sur un système ne doit jamais être qu'une *définition partielle*, du type (6). Si les étudiants étaient de tels systèmes, la phrase « Pierre est apte à réussir à l'examen de grec » n'aurait donc bien un sens que dans les cas où un examinateur de *grec* a effectivement interrogé ou – au moins ! – se prépare à effectivement interroger le frère de Pierre ou Pierre lui-même (ou dans d'autres cas spécifiés par d'autres définitions partielles).

Assurément du point de vue formel une telle solution est correcte. Mais il faut souligner que, compte tenu de la grande généralité du principe sur lequel elle s'appuie (refus de tout énoncé contrafactuel), elle soulève de sérieuses difficultés pour un partisan cohérent de la conception du réalisme physique. En effet, le principe en question doit-il concerner seulement les « petits » systèmes, ceux pour l'étude desquels la théorie quantique s'avère le plus efficace ? Il faudra spécifier sur quels critères on juge qu'un système est « petit » : et les difficultés relatives à la distinction entre systèmes microscopiques et systèmes macroscopiques réapparaîtront à cette occasion. Ou, au contraire, dira-t-on que le principe dont il s'agit est général et qu'aucun énoncé contrafactuel ne doit être admis même en physique macroscopique ? Mais cette deuxième attitude entraîne, comme on l'a vu, de graves difficultés lorsqu'il s'agit de préciser la distinction – pourtant apparemment bien nécessaire – entre la loi scientifique et la pure et simple généralisation accidentelle. Au surplus, que l'on pense à un test du type que j'ai appelé « A » page 78. Quel est le psychologue qui, à supposer qu'il ait fait subir à un grand nombre de sujets des épreuves répétées d'un tel test et qu'il ait à chaque fois constaté une répétition de réponses, hésiterait à conclure que tout sujet – après une épreuve unique ayant fourni une réponse positive – possède l'*aptitude* à fournir cette même réponse : une aptitude dont l'affirmation signifie plus qu'une pure et simple information sur le passé et une aptitude qui, d'autre part, est indépendante de l'existence ou de l'inexistence de tout projet de répétition du même test ?

Aussi est-il vrai que si, par extraordinaire, les inégalités de Bell s'avéraient violées dans un cas tel que celui imaginé au chapitre 4 (jumeaux en corrélation stricte) ou au chapitre 7 (mâle et femelle d'un couple, en corrélation stricte, statistiquement, sur plusieurs tests), si, dis-je, de telles violations étaient expérimentalement établies, ni le président de l'université en cause ni le psychologue responsable des tests n'auraient jamais l'idée d'expliquer de telles violations par une hypothèse aussi radicale que celle de

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

l'invalidité de l'implication conditionnelle ou, ce qui revient au même ou peu s'en faut, par une remise en cause générale du sens *communément admis* des termes de disposition. Cela est d'autant plus assuré que ces personnes auraient la possibilité d'un recours à un mode d'explication finalement beaucoup moins révolutionnaire, et consistant à admettre la possibilité de propagations d'influences à distance entre, par exemple, l'examinateur d'un étudiant et le frère de celui-ci se trouvant dans une autre pièce (ou entre le préposé à un test portant sur un mâle et la femelle de ce dernier, située ailleurs). Ce mode d'explication plus simple, compatible avec la conception réaliste, c'est le recours à ce qui a été appelé « la non-séparabilité ».

E. Discussion

Une des conclusions de la présente étude est ainsi que, en toute rigueur, une dérivation des inégalités de Bell ne peut être obtenue à partir du seul principe de séparabilité, c'est-à-dire à partir de la seule idée que certaines influences à distance violant telles ou telles conditions générales n'existent pas. Pour obtenir une dérivation rigoureuse il faut admettre en outre qu'ont un sens certains énoncés contrafactuels et en particulier certaines définitions d'attributs, lesquelles sont fondées sur de tels énoncés. À ce sujet on doit toutefois noter que pour être valable la dérivation décrite au chapitre 4 n'exige pas que n'importe quel énoncé contrafactuel se voie attribuer un sens. En particulier, la dérivation en question ne considère pas le cas où Pierre et Paul sont deux étudiants en corrélation *partielle* mais *non jumeaux*, subissant des examens dans des locaux séparés. Contrairement à d'autres propositions de preuves des inégalités de Bell, la dérivation dont il s'agit ici n'exige donc pas – à supposer que Paul soit reçu – que soit exacte *dans ce cas* la phrase contrafactuelle : « Si Pierre s'était présenté à un *autre* examen, Paul aurait (quand même) réussi. » Or il est heureux qu'une telle exigence ne soit pas nécessaire. En effet, un tel énoncé contrafactuel est de validité douteuse même pour un réaliste. Cela tient au fait que, dans le cas envisagé, on ne saurait exclure l'hypothèse selon laquelle Paul a répondu en partie au hasard et n'a donc pas dû son succès totalement à ses aptitudes préexistantes. On ne voit alors pas pourquoi, même placé dans les mêmes circonstances (au moins en ce qui le concerne), il n'aurait pas pu, hypothétiquement, fournir une réponse différente et moins favorable.

Encore une fois, la dérivation du chapitre 4 n'est pas sujette à une telle critique. Les énoncés contrafactuels dont elle doit supposer qu'ils ont un sens sont seulement ceux qui figurent dans les implications conditionnelles. Ils sont donc tous de la catégorie de ceux auxquels la *logique admise dans la vie courante* exige d'attribuer un sens. En substance, ils peuvent à cet égard se comparer à l'énoncé : « Si des grains de limaille de fer se trouvaient assez près de l'aimant que voici et n'étaient fixés à aucun support, ils seraient attirés. »

Il n'en reste pas moins que l'hypothèse de la validité universelle d'un tel type d'énoncés peut, comme on l'a vu, être refusée. C'est là une attitude que peuvent prendre les non-réalistes et c'est semble-t-il celle adoptée par Niels Bohr. Dans ce cas, on ne peut plus dériver les inégalités de Bell.

Faut-il conclure de là que la violation observée de ces inégalités peut être expliquée sans aucun appel à la notion de non-séparation ? Encore une fois, un réaliste ne le peut car, pour lui, l'autre explication, celle fondée précisément sur l'attitude choisie par Bohr, fait elle aussi, d'une manière détournée, appel à la notion de non-séparation. Ou tout au moins à la notion, philosophiquement équivalente à cette dernière, de Tout indivisible constitué par le système et les instruments de mesure[89].

La mise en évidence expérimentale de la non-séparabilité ou de son équivalent approché qu'est l'indivisibilité à la Bohr plaide évidemment contre l'hypothèse du réalisme objectiviste étendue aux micro-objets et même, pour les raisons exposées ci-dessus, contre celle du réalisme objectiviste appliquée seulement aux macro-objets[90]. On pourrait être tenté de dire plus brutalement qu'elle plaide contre l'hypothèse réaliste : c'est-à-dire qu'elle se prononce en faveur d'une sorte d'idéalisme dont l'opérationalisme affiché par la majorité des physiciens théoriciens actuels serait en définitive un reflet adéquat. Seul un opérationalisme évacuant toute idée d'une réalité indépendante paraît en effet de nature à lever d'emblée les difficultés concernant ces problèmes, en décrétant qu'ils n'ont pas de sens !

Mais, d'un autre côté, le fait même que soit possible une étude expérimentale impliquant spécifiquement la notion de réalité indépendante – et les propriétés générales qu'il est acceptable de lui attribuer – fait que la notion en question n'apparaît plus comme entièrement dénuée de toute relation concevable avec l'expérience humaine. Devient alors moins séduisante l'idée de se défaire entièrement d'une telle notion, simplement en la

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

qualifiant de « métaphysique » et de « dénuée de tout sens ». Il est légitime d'estimer que, paradoxalement, un certain réalisme prékantien retrouve de ce fait, et même en physique, quelque droit à notre attention.

F. Non-séparabilité et nouvelles logiques

On peut *a priori* se demander si la démonstration des inégalités de Bell décrite au chapitre 4 ne fait pas appel implicitement à une autre hypothèse, à savoir celle de la validité de la logique traditionnelle, ou logique à deux valeurs. La question peut apparaître comme pertinente. En effet, la démonstration du *théorème A* du chapitre 4 fait bien, implicitement, appel à une telle hypothèse, du fait qu'elle contient la phrase : « [Toute "jeune femme"] fait nécessairement partie soit de la classe des femmes fumeurs, soit de celle des jeunes non-fumeurs. » Transposée aux particules, une telle phrase n'est nécessairement vraie que si les *propriétés* des particules sont descriptibles au moyen de propositions obéissant aux règles de la logique classique (ou logique à deux valeurs). Or il existe des formulations de la mécanique quantique dans lesquelles les propositions supposées applicables aux propriétés des particules n'obéissent pas à cette logique mais à une autre, dite « logique quantique ». Le lemme A n'est pas, en général, exact dans cette nouvelle logique. Il en va de même du lemme B, tel qu'il est énoncé page 33 où, tout comme le lemme A, il porte sur des *propriétés.*

Toutefois la démonstration de l'inégalité de Bell qui est décrite au chapitre 4 ne prend pas pour éléments de départ des propriétés qui seraient hypothétiquement possédées par les systèmes mais des résultats de mesures. Or il est tout à fait certain que les propositions relatives à des résultats de mesures obéissent, elles, à la logique classique. Au moyen des seules hypothèses de localité et de réalisme (ou si l'on préfère au moyen de la seule hypothèse de localité conjuguée avec l'emploi de l'« implication conditionnelle » dans la définition des termes de disposition), la démonstration en question *prouve* le fait que, au moins dans les cas où il est certain qu'une corrélation stricte existe (certitude qui résulte elle-même d'une induction à partir d'observations antérieures), toute particule qui est élément d'un des couples considérés possède soit la propriété qu'elle déterminerait tel résultat de mesure, bien défini, si elle était mise en relation avec tel instrument particulier, soit la propriété qu'elle déterminerait, dans les mêmes

conditions, le résultat de mesure opposé[91]. Et, de plus, la démonstration en question prouve cela, non relativement à une seule espèce de mesure mais à plusieurs (en l'occurrence, il lui suffit d'en considérer trois). En d'autres termes, avant de prouver une inégalité de Bell, la démonstration dont il s'agit prouve au passage (et seulement dans le cas particulier des particules en corrélation stricte, mais cela est suffisant relativement à son propos) l'existence de propriétés possédées par les particules et obéissant à la logique à deux valeurs (même si ces propriétés ne sont pas vraiment connaissables). On voit donc bien qu'elle n'a pas à poser *a priori* cette existence à titre d'hypothèse supplémentaire. Autrement dit, quel que soit l'intérêt de la mise en œuvre des logiques quantiques – et cet intérêt est très grand – il faut contester que la violation observée des inégalités de Bell puisse être expliquée par une telle mise en œuvre : pour qui croirait à la fois à la localité et au réalisme (ou à la localité et à la validité de l'implication conditionnelle), la violation observée resterait inexplicable même après l'élargissement considéré de la logique. Pour qui accepte la notion de non-séparabilité ou celle de Tout indivisible telle qu'elle est précisée ci-dessus[92], la violation en question devient explicable, même sans changement de la logique.

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

13
Regards

Aussi longtemps qu'un « spécialiste » – un critique d'art, un biologiste, un physicien par exemple – traite de sa spécialité nous prêtons volontiers attention aux faits qu'il rapporte et aux opinions qu'il exprime. Dès que ce même « spécialiste » prétend établir un lien entre de tels faits, ou de telles opinions, et des idées plus générales notre tendance spontanée est de l'écouter beaucoup moins. Nous estimons en effet – et assurément à juste titre – que, quittant sa spécialité, il perd sa compétence particulière. C'est donc d'un œil *a priori* sceptique que nous le voyons aborder des domaines où nous nous considérons nous-mêmes comme bien aussi doctes que lui. Peut-être même – qui sait ! – comme plus doctes encore. Le risque n'est-il pas appréciable que sa spécialité lui ait imposé des œillères ? L'expérience, d'ailleurs, ne montre-t-elle pas que dans les domaines généraux les vues des « spécialistes » sont parfois courtes et simplistes !

Celles des philosophes sont assurément plus subtiles. Elles le sont dans leur forme – et là, hélas, certaines perversions de la subtilité, telles que préciosité, verbalisme, jeux de mots, sautent aussi parfois aux yeux – mais elles le sont souvent, également, dans le fond. Ce fait semblerait montrer que le champ des idées générales n'est après tout qu'une spécialité comme une autre, où, pour être compétent, il faut œuvrer exclusivement et pendant longtemps. Et l'on serait dès lors tenté de définir le philosophe comme le « spécialiste du général ».

Là, cependant, une certaine incohérence – au moins apparente – nous retient ! Peut-on même concevoir le parfait « spécialiste du général », c'est-à-dire le penseur qui ne se référerait jamais – non pas même implicitement – aux acquis de telles ou telles spécialités particulières ? Cela semble assez difficile. Et si un tel esprit existe, ne doit-on pas craindre qu'il ne réfléchisse le vide ? Ou encore qu'il ne se laisse leurrer par au moins quelques-unes des fausses évidences (sur, par exemple, le temps, l'espace, la vie) que

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

– précisément – les « spécialistes » de diverses disciplines, biologie, physique et ainsi de suite, ont depuis longtemps débusquées ? Ne convient-il pas enfin de se demander si – n'ayant jamais eu l'occasion lui-même d'exposer ses conclusions propres au démenti possible de l'expérience – il est suffisamment averti des risques d'arbitraire (et donc d'erreur) que court l'intelligence même la plus brillante dans tout domaine éloigné du quotidien et de l'action ?

Ces quelques remarques – on en pourrait ajouter d'autres – donnent à penser que, s'il est assurément naïf de demander aux seuls « savants » de répondre pour nous aux questions ultimes, il y aurait peut-être de notre part une naïveté au moins aussi grande, s'agissant d'idées générales, à accorder exclusivement notre confiance aux seuls « spécialistes ès généralités » que sont les philosophes professionnels. Ils ne sont pas aussi exclusivement compétents que tels ou tels d'entre eux voudraient le faire croire. Mais alors que faire ? Et à qui se fier ?

À cette dernière question la réponse qui s'impose est bien entendu « à personne ». Il faut soi-même se former son jugement propre. Mais pour le fonder il faut l'appuyer sur tout ce qui présente quelque apparence de sérieux. On doit assurément être averti des travaux des purs philosophes, qui constituent une mine précieuse d'idées possibles. Mais parmi ces possibles – souvent contradictoires – il faut choisir. Et la science peut aider à faire le tri en minimisant le subjectif et l'arbitraire. Au moins peut-elle aider ceux qui la connaissent assez bien pour être capables de se diriger dans ses données. On a donc aussi avantage à connaître les idées générales que certains spécialistes se risquent à nous suggérer d'inférer de la description qu'ils nous font de leur propre domaine de recherches.

Si l'on admet cette dernière proposition, si on la tient, tout compte fait, pour raisonnable, alors – dans un souci de cohérence et contrairement au premier mouvement ci-dessus décrit – on doit aussi prendre au sérieux l'évidence selon laquelle une personne connaissant un domaine déterminé n'est pas *ipso facto* disqualifiée pour parler d'idées générales. On doit de plus admettre que, sans rien forcer, une telle personne *doit* tenter d'établir des liens : c'est-à-dire qu'elle a comme *l'obligation* de relier la description de son domaine de recherches à l'ensemble d'idées générales qu'elle tient pour plausibles au vu des résultats des recherches dans ce domaine.

Bien entendu il sera légitime d'exiger de cette personne qu'elle ne soit pas, en cela, péremptoire : car on ne saurait affirmer une thèse sur l'Être ou sur la nature des valeurs avec la même force que celle qu'on met à énoncer une loi physique ou un théorème de géométrie. Ses phrases devraient donc en principe être toutes précédées par des expressions du type « il me semble que… » ou « il apparaît comme très vraisemblable que… ». Mais ces précautions de langage ne rendront pas ses thèses moins crédibles que ne le sont celles des philosophes car il est assez clair que, systématiquement, de telles expressions sont également à lire entre les lignes dans les écrits de ces derniers.

L'actuel chapitre constitue précisément une forme de réponse à une obligation d'une telle nature. Toutefois, étant donné que la présence devant chaque phrase des tournures « il me semble que… » ou « il paraît très vraisemblable que… » aurait rendu le texte d'une lourdeur insupportable à la lecture, les expressions en question y ont été omises presque partout. Mais il doit être bien entendu qu'elles y figurent implicitement. Il faut les restituer par la pensée. Qui plus est, il ne convient pas (mais cela, sans doute, va de soi) d'attendre d'une telle lecture, même conçue comme on vient de dire, une quelconque initiation à un *système.* Il y a beau temps que personne ne croit plus aux constructions philosophiques de cette espèce et les hommes de sciences sont moins encore que qui que ce soit portés à s'y intéresser. Ils savent mieux que quiconque combien est lente et malaisée la progression des certitudes. Ils savent aussi, et surtout, qu'elle ne résulte jamais que d'un long effort collectif. Ici il s'agit donc plutôt d'aperçus simples et fragmentaires, qui concernent les possibilités d'application des indications de la science à l'amélioration de la vision que l'homme possède du monde et de son rôle à lui dans celui-ci (c'est-à-dire de ses valeurs).

La vision en question n'est à l'heure actuelle ni très nette ni – chacun en convient – très réjouissante. Schématiquement, il est banal de constater que l'homme moderne ploie sous le joug soit de la misère, soit de la répression idéologique, soit, au mieux, de la vanité consommatrice. Et que ces jougs, quelque divers qu'ils soient, sont tous générateurs d'infantilisme, lequel engendre l'obscurantisme. Assurément il serait aisé de contrer une telle analyse en faisant valoir ce qu'elle a de rudimentaire. La simple évocation des activités culturelles et des recherches universitaires de nombreux pays évolués semble suffire à la réfuter. Et il est vrai : elle la réfute en partie.

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Toutefois, en partie seulement : car ces activités si remarquables, d'une part elles engrènent mal sur la pensée intime de la majorité de nos contemporains et d'autre part elles sont par nature essentiellement fragmentaires. Ce sont d'admirables « morceaux ». Mais il n'y a nulle part une statue.

Un tel état de choses a suscité beaucoup de tentatives d'explication. Il en est une à laquelle on ne pense pas très souvent mais qui, outre le fait qu'elle est plausible en soi (autant pour le moins qu'aucune autre), vaut d'être considérée ici en raison de sa relation avec le sujet de ce livre. En bref, et très abruptement, l'explication en question serait que l'homme contemporain – l'occidental au moins – s'est volontairement privé de tout contact, réel ou supposé, avec quoi que ce soit qu'il puisse, de façon sensée, nommer l'« être » ou – moins ambitieusement – la « réalité extérieure donnée ».

Assurément, une telle proposition peut aisément être déformée et dès lors rendue critiquable. Il ne faudrait pas, par exemple, lui faire dire qu'un sentiment (véridique ou illusoire) de contact étroit avec l'être est pour l'homme un facteur *automatique* d'épanouissement. L'histoire des civilisations et des croyances jusqu'à une date assez récente témoignerait plutôt du contraire. Qui n'est conscient des diverses formes d'oppression que la notion d'Être et les notions corrélatives de destin, de fatalité, de commandement divin, de loi naturelle même (la « nature des choses ») ont fait subir à nos aïeux ? Qui ne voit que ces notions, maniées parfois par de présomptueux ignorants, ont servi depuis l'aube même des civilisations à justifier des abus de toutes sortes et à perpétuer toutes espèces de prestiges dépourvus de fondements réels ? Le « miracle grec », a-t-on dit, fut en réalité une invention : celle de la joie de vivre érigée en élément essentiel de la culture. Dans un raccourci certes aussi partial, mais aussi saisissant, on aurait pu dire également que ce fameux miracle fut l'invention de la liberté intellectuelle à l'égard de l'être (qu'on pense au mythe de Prométhée) : et, aussi bien, que les deux inventions n'en sont en réalité qu'une seule.

Pour l'essentiel tout cela est pleinement vrai. Mais quoi ! Il n'y a pas de potion bienfaisante dont l'usage exclusif ne soit pas un excès. De même, il n'y a pas de recette automatique dont l'application « de routine », en toute chose et en tout temps, conduise toujours nécessairement à plus d'épanouissement de l'homme. Compte tenu du fait qu'un rejet systématique de toute référence à l'être a, dans les domaines les plus divers, été, durant le siècle actuel, l'idée force de toutes les avant-gardes – et cela de façon

courante et on pourrait dire « mécanique » –, n'est-il pas légitime de se demander s'il n'y a pas là un excès ? Un excès dont nos maux seraient les symptômes ? Il faut en convenir une fois encore : bien qu'une telle hypothèse soit un peu suggérée par la prolifération des modèles en physique elle a cependant quelque chose de téméraire car elle peut aisément, par une présentation tendancieuse, être transformée en son contraire. Et elle heurte trop de tabous pour que la tentation ne vienne pas à certains de la défigurer pour mieux la rejeter. D'ailleurs, il faut en convenir aussi : même les esprits impartiaux ne sont pas *obligés* d'admettre l'hypothèse dont il s'agit, car il existe, comme on vient de le constater, de forts arguments qui plaident d'une certaine manière contre elle. En vérité, moi-même qui écris, je ne sais pas si une telle hypothèse est vraie. Je n'en ai, en tout cas, aucune certitude démonstrative. Aussi demandé-je seulement qu'on la considère. Mais je le demande avec force car j'y vois le moyen de découvrir peut-être entre les considérations développées dans ce livre et des problèmes plus généraux un lien dont l'existence même pourrait contribuer – fût-ce de façon très modeste – à rendre moins fragmentaire et moins stérile la nouvelle culture présentement en voie d'édification.

Ayant formulé une telle requête, me voilà – en premier lieu – placé devant l'obligation de préciser mieux les symptômes de l'abandon progressif de toute référence au réel (ou à l'être si l'on préfère) qui a caractérisé, selon la thèse que je défends dans ce chapitre, l'évolution de la culture durant ce siècle. Cette obligation préalable doit être remplie même si cela a pour effet de paraître nous écarter, pour quelques pages, de la physique.

En vérité, les symptômes sont multiples, ils affectent beaucoup de domaines divers et si certains représentent des évolutions qui semblent conduire à des impasses, d'autres ont des aspects positifs. Parmi ces derniers je range pour ma part sans hésiter une conséquence importante de l'abandon de la référence au réel, à savoir la libéralisation des mœurs. La libéralisation des mœurs par rapport à une loi morale conçue comme un attribut de l'Être lui-même – ou comme émanant directement de celui-ci – m'apparaît comme un phénomène positif parce que l'homme est transformable, parce qu'il est, en grande partie, virtualité, et parce que le changement est son principe. Encore une fois, comme l'ont vu Nietzsche et Garaudy, il est bien « être des lointains ». Et personne n'estime plus que

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

de tels lointains devraient tous être transcendants. Une fois posé le principe qu'il ne faut pas nuire à autrui, la libéralisation des mœurs doit être admise sans réticences car elle peut, semble-t-il, présenter des avantages incontestables. D'une part, d'évidents avantages d'ordre pratique, liés au changement des conditions de vie mais, d'autre part aussi, si elle est intelligemment conduite, certains avantages de nature plus fondamentale. En particulier, il est banal de dire qu'elle corrige un défaut majeur de la morale qui prévalait avant son apparition, défaut qui consistait en ceci que les seules pulsions primitives dont la satisfaction était considérée comme légitime – voire comme conférant un surcroît de prestige – étaient les pulsions agressives ou guerrières. Chacun s'accorde à reconnaître que la libéralisation des mœurs a, du moins, levé ce blocage, en ouvrant des chemins nouveaux à l'épanouissement du désir, et donc à la subtilité. Bien entendu, il appartiendrait en partie aux intellectuels, aux hommes politiques et aux médias qui amplifient leurs voix de faire en sorte que ces chemins-là soient effectivement suivis par la foule plutôt que ceux, anciens, stériles et rebattus, de la violence et du manichéisme. Le cas est loin – hélas ! – d'être tranché. Du moins entrevoit-on la manière dont il pourrait l'être.

Doit-on être aussi optimiste pour ce qui est des domaines qui se réfèrent à la beauté ? Pour la poésie par exemple ? C'est un fait que beaucoup de poètes d'autrefois aspiraient à décrire l'être : Lucrèce fut loin d'être le seul à viser la nature des choses. Par un recours, conscient ou non, aux notions platoniciennes la plupart des poètes identifiaient le Beau qu'ils exprimaient avec quelque forme transcendante du réel. C'est un fait aussi que toutes ces vues sont périmées. On l'a déjà noté : le poète moderne, respectueux en cela de l'étymologie, se veut avant tout « fabriquant ». En d'autres termes, il se tient pour un artisan dont les mots sont le matériau. Son but est d'assembler ces derniers d'une manière nouvelle, aussi ingénieuse que possible : et il laisse au lecteur le plaisir d'inventer un sens, ou mieux une évocation subjective, ou mieux encore, *plusieurs* évocations distinctes, à partir des jeux de tels assemblages. Il a donc – sauf exception – rejeté toute référence, même implicite, au Réel.

En suivant cette voie nouvelle, les poètes du début du XXe siècle ont produit beaucoup de très belles œuvres. Mais les poètes actuels sont, à cet égard, leurs continuateurs ; or les poètes actuels ne sont plus lus. Cela peut être dû à une décadence universelle de la culture de leurs clients potentiels,

les individus sachant lire. Mais, vraisemblablement, la cause est plus particulière. Serait-il absurde de la chercher du côté d'une artificialité croissante de tout ce petit monde des fabricants de phrases, artificialité dont le développement est en fait une conséquence presque inéluctable de la nouvelle voie choisie ? Comment l'éviter, en effet, si le critère *unique* est le *nouveau* ? Et comment, dans les faits, éviter que le nouveau ne soit *le* critère pratique déterminant, lorsqu'ont été éliminés tous ceux qui ramèneraient le poète, fût-ce à son insu, vers la notion plus ou moins platonicienne de « Beauté, essence du Réel » ? Encore une fois, je ne fais ici que poser des questions. Je ne prétends pas y répondre, fût-ce implicitement. Je demande seulement qu'on daigne les considérer, au lieu de laisser tel ou tel tabou les trancher pour nous, dans notre inconscient collectif de penseurs d'avant-garde du XXe siècle finissant !

Des questions similaires – mais plus impertinentes encore vu le poids matériel des intérêts en jeu ! – peuvent être posées à l'égard d'une part non négligeable de l'art moderne, qui, lui aussi, semble avoir comme exacerbé, surtout depuis la fin de la Deuxième Guerre mondiale, une volonté de *nouveau* irréprochable en soi mais non quand elle annihile tout le reste. Or précisément, dans bien des cas la tendance qui s'est ainsi développée a conduit à considérer le nouveau non plus seulement comme *un* critère décisif mais bien comme le *seul* critère de la valeur : dissuadant par là même, d'une manière très efficace, les amateurs et le public de tout exercice d'un véritable choix personnel. Car le critère du *nouveau* est d'une objectivité totale et glacée et n'autorise aucun écart, comme Valéry déjà le notait. Ainsi, pour savoir si tel ou tel objet (étrange ou au contraire très banal) a déjà ou non été exposé une bibliothèque complète de catalogues est nécessaire *et suffisante* ! Mais je m'attaque ici, superficiellement faute de place, à une citadelle qui est encore très imposante et dans laquelle le sublime et l'authentique se mêlent intimement au trompe-l'œil. Il faut donc attendre si l'on veut savoir quels en sont les pans de muraille que le temps laissera debout[93].

La psychanalyse a vidé beaucoup d'abbayes et cela s'explique aisément. Au-delà du réel proche, que l'homme intérieur – l'homme de *l'Imitation de Jésus-Christ* – reconnaît comme étant trompeur, il est, comme chacun

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

sait, pour cet homme intérieur, une sorte d'évidence première de Dieu. Au-delà du donné sensible, au-delà même des raisonnements, Dieu lui parle dans le silence. L'on peut dire schématiquement que c'est d'une telle « évidence » que se nourrit le cœur du moine. Or la psychologie s'en prend précisément à cet ultime bastion intérieur. « Ce Dieu – dit-elle – que vous croyez entendre n'est autre chose que votre moi ou qu'une manifestation de votre inconscient, ou, pour autrement dire, qu'une résurgence d'une petite partie de tout l'immense bloc des données affectives cachées qu'ont accumulées en vous les expériences de vos premières années. Vos voix sont bien, littéralement, les vôtres: hélas pour votre foi, rien que les vôtres ! » Par là, la psychologie moderne ne contribue pas peu à rendre rares, difficiles et inconfortables les références à l'Être qui étaient jadis spontanées dans le genre humain et qui le sont encore dans ses parties les moins « sophistiquées ».

Aussi ne doit-on pas être surpris de constater, même au sein du christianisme – ou du moins de son « aile pensante » –, une évolution allant elle aussi dans le sens d'une mise en veilleuse – c'est le moins qu'on puisse dire – des références traditionnelles à un Être qui dépasse l'homme. Pour une substantielle majorité d'hommes d'Église actuels la référence à Jésus prime de beaucoup la référence au Père. Pour beaucoup de théologiens, catholiques ou protestants, ce qui doit avant tout retenir l'attention c'est la nature humaine de Jésus, bien plus que sa nature divine. Et enfin, pour certains d'entre eux, jouissant d'une audience assez large et d'une certaine faveur de la part, surtout, des intellectuels, seule existe vraiment cette nature humaine, car ils tiennent la notion de Dieu pour un concept finalement obscur et indéfinissable. Pour ces derniers théologiens c'est en définitive la parabole du bon Samaritain qui contient en fait l'essentiel, et tout l'essentiel, de la religion chrétienne.

Oui mais – diront certains – cette évacuation de la notion de Dieu à laquelle procèdent, chacune de leur côté et par des voies différentes, la psychologie d'une part et la recherche théologique d'autre part, cette évacuation ne mine pas vraiment la pratique d'une référence de l'homme au concept d'une réalité extérieure à lui. Ce qu'elle élimine, et cela est heureux, c'est seulement la référence à une vision erronée de cette réalité, consistant à rendre celle-ci extérieure à la nature et à lui conférer tels ou tels attributs anthropomorphiques. En revanche, diront encore ces mêmes

personnes, la science est là, qui, elle, fait si bien référence à une réalité extérieure à l'homme qu'elle nous la décrit en détail. Il ne faut donc pas dire que la notion de réalité indépendante de l'homme est évacuée par la pensée contemporaine : il faut seulement dire que cette pensée la conçoit en termes scientifiques.

Une telle remarque ramène à la physique. Il y a quelques lustres elle eût pu être développée, je l'ai montré, sans aucune réserve mentale, avec, par conséquent une parfaite assurance, même par quelqu'un de pleinement instruit de l'état des recherches scientifiques de son époque. Mais il n'en va plus ainsi aujourd'hui comme, par exemple, la lecture des chapitres précédant celui-ci peut permettre de s'en rendre compte. Sommairement résumée l'objection qui ruine une si belle apparence est celle qui suit. Voir dans la science l'unique description correcte du réel ne se défend – contre l'accusation d'arbitraire – que si la science est cohérente : ce qui – vu les imbrications de ses diverses disciplines – exige qu'elle soit unifiée. Mais unifiée autour de quels principes ? Selon toute vraisemblance, autour de ceux qui déterminent les objets *simples* et règlent les interactions entre eux, d'où, par combinaisons multiples, le comportement des complexes. C'est dire que, à moins de faire appel à une certaine virtuosité intellectuelle – dans le jeu de laquelle la notion d'être est de nouveau en grave danger de s'évanouir –, on ne conçoit guère d'unification authentique de la science qu'autour des principes de la physique. (On conçoit par exemple fort aisément que la biologie puisse être déductible de la physique : concevrait-on à l'inverse que le comportement des astres se déduise de la biologie ?) Mais alors, si la science décrit véritablement une réalité indépendante de l'homme, n'est-il pas indispensable que les principes fondamentaux de la physique soient énonçables sans qu'aucune référence ne soit faite aux limitations des facultés humaines d'observation et d'action ? Or c'est cette condition – la condition d'objectivité forte – qui, on l'a vu avec quelques détails, n'est pas présentement satisfaite par les principes dont il s'agit.

Il y a même plus ; quasiment toutes les recherches actuelles visant à l'approfondissement des principes premiers de la physique vont très exactement dans l'autre sens. De plus en plus, encore une fois, elles conduisent à énoncer les principes en question en termes de deux « opérations » conçues

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

comme les éléments premiers et irréductibles de la théorie : la « procédure de préparation des états » et la « procédure de mesure ». On rencontre, il est vrai, beaucoup de physiciens, et non des moindres, qui croient encore, globalement, à l'objectivité de la physique. Il s'agit d'un acte de foi. En l'espèce, il s'agit de l'acte de foi consistant à croire que « d'une certaine manière ces difficultés sont mineures et se résoudront ». La caractéristique essentielle d'un acte de foi est de répugner à toute espèce d'analyse et la raison pour laquelle la croyance en question mérite un tel nom (à mes yeux du moins) tient en ceci que les physiciens auxquels je pense, d'une part refusent de s'intéresser au problème (du fait qu'ils le tiennent pour « mineur ») et, d'autre part, sont incapables d'en décrire une solution qui résiste à la critique.

Ainsi, il faut le reconnaître, de par la référence toujours plus explicite à la philosophie opérationaliste qu'elle est amenée à introduire dans ses principes fondamentaux, la science, loin de conforter la notion de réalité indépendante, participe en fait elle aussi, si l'on y regarde de près, à son évacuation ; à cette évacuation dans laquelle nous avons reconnu jusqu'ici une caractéristique commune aux recherches intellectuelles de ces cent dernières années, dans les domaines les plus divers.

À ce stade de l'analyse il convient de noter très schématiquement les implications que cette évolution d'ensemble de la pensée contemporaine peut comporter en ce qui concerne le problème éthique de la nature des valeurs. D'une manière générale, c'est, on l'a vu, une règle fondamentale de la philosophie opérationaliste que toute hypothèse valable doit faire des prédictions pouvant être testées. Une théorie de la valeur construite selon les normes d'une telle philosophie doit par conséquent obéir à cette règle. Ceci élimine d'emblée l'hypothèse traditionnelle – mais manifestement invérifiable ! – selon laquelle les valeurs humaines sont la résultante de quelque commandement de Dieu ou, plus généralement, de quelque appel de l'Être. En vérité, la règle en question élimine manifestement toute explication des valeurs consistant à leur conférer un quelconque statut ontologique, donc transcendant au monde des phénomènes. Dévouement à une cause, aspiration à la liberté et ainsi de suite se révèlent ainsi rapidement, sous les feux d'une telle analyse, comme ne pouvant être référés à un quelconque dépassement de l'homme par lui-même, ni même à un quelconque *avenir* dont le concept excéderait

les limites de celui de simple mécanisme de survie et de développement de l'espèce tel qu'il résulte du jeu de la sélection naturelle. En effet, si, par la pensée, on parcourt l'échelle des vivants en commençant par les plus simples et en continuant jusqu'à l'homme, et si, en bon opérationaliste (ou « behavioriste »), on refuse d'accorder un sens à ce qui n'est pas observable, alors ce que l'on voit progressivement se développer ce sont seulement des systèmes de plus en plus autoréglés, doués par conséquent de plus en plus d'autonomie et de « mémoire » (au sens informatique du mot) et réagissant de manière de plus en plus spécifique et complexe aux stimulus extérieurs. Nulle part, dans cette analyse, on n'a besoin d'introduire quoi que ce soit d'autre que des phénomènes biologiques. Selon la règle opérationaliste, on doit donc écarter toute référence à quelque autre concept que ce soit. Dès lors, effectivement, il est clair qu'il est impossible d'ancrer la notion de valeurs sur quoi que ce soit d'autre que sur des phénomènes biologiques. Si une telle conclusion s'imposait, si, effectivement, il était impossible d'y échapper par aucun moyen rationnel, alors assurément il s'y faudrait résigner ! Mais elle est bien peu exaltante !

D'une manière évidemment bien trop sommaire j'ai jusqu'ici passé en revue les symptômes de l'abandon progressif de la référence au réel et j'en ai étudié certaines conséquences. Telles d'entre elles sont apparues comme positives mais d'autres semblent plutôt débilitantes. Surtout, il semble que maintenant ce soit là une voie déjà bien explorée. En art et en poésie, comme en physique, on est maintenant loin de l'émerveillement des grandes inventions ou découvertes qui ont salué le moment où l'esprit humain s'est consciemment et résolument engagé dans le chemin dont il s'agit. Certains ressassements se dessinent. Il faudrait autre chose. La logique même de cet abandon – du fait que, par défaut, il érige le « nouveau » en valeur suprême – impose une telle conclusion. Assurément, de semblables grandes voies intellectuelles ne se laissent pas aisément trouver. En vérité, leur découverte est extraordinairement difficile et ne saurait donc résulter d'un simple acte de volonté. Mais si un tel acte est insuffisant il pourrait bien, cependant, être nécessaire. Notre époque est de celles, me semble-t-il, où une exploration des possibles est, à cet égard, très souhaitable.

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Dans cet ordre d'idées, ce que pour ma part je suggère est, on l'a vu au cours des précédents chapitres, un retour partiel au réalisme. Plus précisément c'est la recherche d'un réalisme tenant compte des limitations essentielles que notre savoir actuel impose à toute tentative visant à identifier trop étroitement le réel et les phénomènes. En fait, je l'ai dit au chapitre 9, ce que je propose donc, c'est ma conception d'un réel voilé.

Le nom choisi signifie, on l'a dit, que le réel auquel il se réfère n'est pas explorable par le moyen de la physique. Ou, en tout cas, pas par le *seul* moyen de la physique. La question se pose donc: est-il inconnaissable? Ou est-il en partie connaissable: peut-il être exploré par d'autres procédés que ceux de la physique? À ce stade on entre dans un domaine où non seulement la déduction est interdite mais où même la conjecture raisonnée devient extrêmement difficile et doit bien trop souvent céder le pas à de vagues arguments de plausibilité. Comme, ni dans l'intuition, ni dans aucun Grand Livre, ni dans la philosophie traditionnelle on ne dispose de rien de plus solide, de tels arguments ne sont cependant pas à négliger. Bien au contraire, le fait de les avoir présents à l'esprit me paraît essentiel dès que l'on veut tenter de dépasser le vécu quotidien et dès que l'on veut s'efforcer d'acquérir une vision d'ensemble qui soit moderne, au lieu de n'être faite que de lambeaux mal ajustés de traditions.

Une fois encore – et comme il a été fait à quelques reprises déjà dans les chapitres précédents – il faut donc essayer de reprendre en main l'essentiel des quelques idées qui peuvent orienter l'esprit dans ce difficile problème du réel. Si l'on passe sur les développements et les nuances afin de voir mieux la composition de cet essentiel il reste selon moi ceci.

D'abord, contrairement à ce que prétendent les positivistes et plus généralement tous ceux qui nient qu'ait même un sens la notion d'être (ou de réalité indépendante de l'homme), une telle notion d'être est utile et même nécessaire. En effet, toute théorie qui la récuse souffre d'une faiblesse évidente. Il lui est difficile – voire impossible – de rendre compte d'aucune manière satisfaisante de la régularité des faits observés, c'est-à-dire, dans son optique, de la *régularité des impressions* que chacun de nous croit recevoir d'un monde extérieur (d'un monde qui, selon elle, participe de l'illusoire). Elle doit donc s'interdire de se poser des questions quant à la cause de cette régularité constatée. Avec cette conséquence que, dans une théorie de ce genre, le principe de l'induction – que les adeptes d'une telle

doctrine utilisent autant que quiconque ! – n'est en fait, lui aussi, qu'un acte de foi. Pour les positivistes les plus conséquents, qui nient l'existence en soi d'entités générales, il s'agit même d'une multitude d'actes de foi car ils n'en sauraient faire un, une fois pour toutes, dans la valeur de l'« induction en général ». Ils doivent en poser un nouveau à chaque fois qu'ils font une induction particulière, ce qui, si l'on y pense, semble vraiment très arbitraire.

Des critiques analogues peuvent être faites à l'égard des théories qui tiennent la réalité indépendante pour une chose en soi, aux structures soit inexistantes, soit totalement étrangères aux phénomènes. Les unes et les autres théories peuvent, il est vrai, tenter d'expliquer les régularités dont il s'agit comme des reflets de la conscience du sujet et des structures de celle-ci, ce qui, dans une certaine mesure, revient à échafauder un « réalisme de la conscience ». Mais l'accord intersubjectif – l'accord de plusieurs sujets quant à ce qu'ils observent ensemble – devient alors une constatation qui fait problème.

S'il en est ainsi, on voit que l'idée de l'existence d'une réalité indépendante et structurée dont les structures permanentes se refléteraient au moins en partie dans l'esprit de l'homme, expliquant ainsi les régularités physiques que l'homme observe, loin d'être creuse et superfétatoire comme on l'a souvent prétendu, est au contraire raisonnable. Assurément, elle ne résout pas, à elle seule, tous les problèmes. Il convient même de reconnaître qu'elle n'est pas à cet égard aussi efficace que l'imagine le « gros bon sens » (ainsi par exemple elle ne fait, d'une certaine manière, que déplacer le problème de l'induction: qu'est-ce qui nous fait croire que les lois naturelles ne vont pas changer brusquement; et si c'est l'expérience passée, qu'est-ce qui nous permet d'extrapoler cette expérience, si ce n'est, là encore, un acte de foi ?). On peut cependant dire qu'elle rend moins arbitraires les postulats conduisant à des solutions (ainsi, en ce qui concerne l'induction, l'acte de foi ci-dessus décrit n'a à être fait qu'une fois pour toutes). Enfin, l'idée en question ne tombe pas sous le coup des réfutations adressées au « réalisme métaphysique » par la philosophie de l'expérience et qui se fondent sur des extrapolations du théorème de Gödel. En effet, on l'a dit, de telles réfutations prétendent montrer que la Réalité postulée par le réalisme métaphysique n'est pas connaissable avec *certitude*, ce que le réalisme non physique ici proposé ne nie pas.

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Or si on adopte ce nouveau point de vue – aussi éloigné, encore une fois, du scientisme courant ou du réalisme physique d'un Einstein que du positivisme traditionnel – c'est en fait la coloration de tous les problèmes fondamentaux se posant à l'homme d'aujourd'hui qui s'en trouve changée et revivifiée. En effet, cet homme échappe par là aux tristes conditions de technicien ou de jongleur – d'*homo faber* en quelque sorte – auxquelles notre culture du XXe siècle pense le réduire. Sa pleine nature d'*homo sapiens* lui est restituée, en ce sens qu'il n'est plus obligé de n'interpréter la nature qu'il observe que comme un stérile reflet de son agitation à lui, homme. Il devient alors pour lui essentiel de partir à nouveau à la recherche des correspondances qui peuvent exister entre la réalité indépendante et les concepts de son esprit, fussent ces correspondances incertaines.

Il va de soi que dans une telle quête il ne convient pas d'oublier l'acquis. Une correspondance d'apparence juste et que des recherches ont pourtant montrée être fausse ne saurait être retenue. Mais il ne convient pas non plus d'exiger l'inverse, c'est-à-dire des *preuves* d'exactitude, au sens scientifique du mot « preuve ». Dans un domaine où – précisément – les preuves ainsi conçues sont impossibles ce serait céder à cette déformation de l'esprit qui consiste à nier l'existence de tout ce qu'on ne peut prouver (pour être répandue cette déformation de l'esprit n'en est pas moins fort critiquable : pour prendre un exemple un peu forcé mais simple, affirmera-t-on l'inexistence de pétrole en tous les lieux où les forages sont impossibles ?). Pour exprimer au mieux l'attitude préconisée on peut dire qu'elle revient à faire preuve d'une certaine *bénévolence*, même à l'égard d'idées aux contours quelque peu vagues, qui ne peuvent s'appuyer que sur des arguments de plausibilité mais dont d'autre part il n'existe pas de réfutation cohérente. Encore une fois, de la part de l'homme de science ce serait une véritable déformation professionnelle que de continuer à exiger dans le présent domaine les netteté et rigueur parfaites auxquelles ses recherches l'ont habitué ailleurs.

Dans ces conditions, l'exploration des correspondances valables peut être conduite en passant de nouveau en revue les manifestations diverses de la répugnance à toute référence à l'être qui, ai-je dit, caractérise la culture élaborée par nos parents et grands-parents, et en cherchant à déterminer si, dans l'hypothèse du réalisme (même non physique) désormais adoptée ici, certaines de ces manifestations ne sont pas abusives ou exagérées. Une telle

étude conduit d'abord à réexaminer le critère de beauté. Et en particulier, car c'est à son égard que les bases d'une argumentation sont les plus fermes, le critère de beauté mathématique.

En ce qui concerne les mathématiques pures, la désillusion a été notée (voir par exemple chapitre 3) : schématiquement, alors que nos ancêtres considéraient les mathématiques pures comme un fidèle reflet de l'être, nous avons de bonnes raisons d'y voir surtout soit des tautologies, soit de simples reflets de la structure de notre esprit. Dès ce stade cependant on peut noter que rien n'exclut l'idée selon laquelle notre esprit lui-même serait à cet égard un reflet pas trop infidèle du réel : ce qui par un cheminement indirect rendrait un certain poids à la manière ancienne (platonicienne si l'on veut) de considérer les mathématiques. Rien malheureusement de vraiment convaincant ne peut non plus être avancé en faveur de cette hypothèse. De sorte que seule la bénévolence dont il était question plus haut peut nous porter à la tenir pour acceptable. Encore faut-il pousser à l'extrême celle-ci.

En revanche, la situation du côté des mathématiques appliquées à la physique paraît assez nettement plus favorable. Assurément – comme on l'a vu – la structure de la théorie quantique interdit de considérer les descriptions mathématiques de la théorie en question comme des descriptions ontologiques. C'était là, on s'en souvient, l'objection de base au « pythagorisme ». En fait, les descriptions mathématiques dont il s'agit ne sont en toute rigueur que des descriptions de *règles* : de règles permettant de prédire des résultats d'observation. Elles se réfèrent donc, non exclusivement au réel mais également à notre esprit.

Certes cela est vrai : et je ne peux donc dire que les équations de base de la théorie quantique décrivent *en elle-même* la réalité indépendante. Mais doit-on conclure de cela que ces équations *ne* décrivent *que* la structure de notre esprit ? Évidemment non. Une telle conclusion ne suit pas des prémisses. Du fait que les règles concernées par ces équations se réfèrent à notre esprit il serait inexact et bien abusif d'inférer qu'elles ne se réfèrent qu'à lui seul, et non pas du tout à la réalité indépendante (du concept de laquelle, encore une fois, nous postulons ici qu'il a un sens). L'équation, par exemple, de l'atome d'hydrogène ne me décrit pas, certes, l'être en soi

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

de cet atome. Elle me fournit seulement des valeurs d'énergie que l'on peut observer si on mesure son énergie d'excitation, ainsi que les diverses probabilités des résultats de cette mesure (ou d'autres qu'à sa place on pourrait faire). Irai-je dire pour autant que cette équation ne se réfère qu'à moi-même et mes congénères ? Cela serait évidemment absurde et, d'une certaine manière, je dois bien dire qu'elle se réfère aussi à un environnement qui nous résiste, qui est distinct de nous et qui est commun à l'ensemble des hommes. D'une manière vague – et impossible, hélas, à préciser ! – je suis donc malgré tout amené à reconnaître que les structures de la physique mathématique sont au moins un point de rencontre entre l'homme et l'être, et qu'à ce titre elles ouvrent au premier des perspectives – lointaines certes et mystérieuses mais cependant non illusoires – vers le second.

Muni, dans ce domaine, d'un argument de plausibilité assez solide, je puis peut-être me permettre de conjecturer que le résultat est extrapolable. L'association de l'observation de la nature et d'une activité consciente de l'esprit a des chances de fournir des résultats qui, mystérieusement et de manière bien imparfaite, nous ouvrent des perspectives vers l'être. Ceci, encore une fois, je ne peux pas le démontrer. Mais, ayant choisi la « bénévolence », il me suffit de pouvoir réfuter toute pseudodémonstration de la proposition contraire et de pouvoir étayer mon opinion présente sur le fait d'avoir reconnu sa très grande vraisemblance au moins dans un cas : ici, celui, précédemment décrit, dans lequel, au sein de la physique, expérimentation et théorie sont associées. Dès lors je puis par exemple m'enhardir peut-être jusqu'à regarder de haut tous les contempteurs actuels des « divins poètes ». Leurs arguments visant à prouver la puérilité de l'éternelle recherche du vrai dans la beauté vue et sentie ne prouvent rien. Au sujet de l'art, même chose. Simples thèses d'école, par exemple, sans doute que celles que veut nous inculquer en ce domaine la pédagogie soi-disant « de pointe » pratiquée maintenant à l'envi par tant d'organismes officiels. En fait ceux-ci ne font rien d'autre que de broder sans fin des variations sur deux vieux dogmes toujours les mêmes, celui du mépris de l'observation et celui du renoncement à toute quête d'aucune énigme à découvrir derrière les choses. Or ces dogmes, qui furent neufs et féconds il y a un demi-siècle, reposent sur une idée qui est – encore une fois – maintenant pleinement exploitée et donc (selon sa logique même) dépassée. L'énigme

en question existe bien ou, plus précisément, loin que soit puérile l'idée qu'elle existe, cette idée au contraire est, en définitive, plus plausible que sa négation. Dès lors il devient beau et sensé pour un artiste de chercher ce secret ultime, même s'il est vrai que celui-ci ne se livrera pas entier et que le peintre, le sculpteur ou l'écrivain doit être à son égard comme Newton se sentait être devant le monde : un interprète, certes, du caché mais aussi un enfant jouant sur la plage et qui découvre çà et là quelques coquillages brillants devant un océan inexploré et mystérieux.

Parmi les manifestations importantes du rejet actuel de la notion d'être on a noté plus haut l'effet d'un tel rejet – appuyé là par la psychanalyse – sur l'évolution de la pensée religieuse, laquelle, chez les chrétiens du moins, en est venue sous une telle pression conjuguée à se focaliser essentiellement sur un *homme*, considéré à la fois comme représentatif et comme idéal. On a noté aussi l'effet de ce même rejet sur la conception des *valeurs.* Ces deux sujets sont entièrement distincts bien que voisins. En ce qui concerne le premier, il est tout à fait clair qu'une conséquence, au moins, du rejet dont il est question paraît définitivement acquise : la conception archaïque que traduisent les mots « Seigneur » ou « Tout-Puissant » ne redeviendra sans doute plus de nature à calmer les inquiétudes ontologiques. Pour un esprit religieux, retrouver l'Être sera donc toujours désormais une entreprise plus subtile que ne pouvait l'être l'acceptation pure et simple de la volonté divine énoncée dans les livres, manifestée dans les faits et affirmée par les pasteurs. Mais « plus subtile » ne signifie pas « dénuée de sens ». Si, comme je pense l'avoir montré, le rejet de l'être n'est qu'une idée passagère, qui fut temporairement brillante mais qui s'est déjà en partie épuisée, alors, en vérité, l'entreprise de quête de l'être doit de nouveau être considérée comme *a priori* non absurde. C'est là un point fondamental. Il en résulte que, contrairement à ce qu'avance, comme on l'a vu, une certaine fraction, qui se veut moderne, des théologiens, la parabole du bon Samaritain – même si elle demeure essentielle – ne peut plus être dite résumer à elle seule toute la substance et toute l'espérance confuse dont, aujourd'hui, sont porteuses les religions.

Le rejet – temporaire ! – de la notion d'être aura également eu certains effets probablement définitifs en ce qui concerne l'idée que l'homme acceptera désormais de se faire des valeurs. Bien entendu, ce n'est pas ici

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

le lieu d'aucun examen systématique de la théorie de celles-ci car le sujet a fait couler beaucoup d'encre et, faute de place, il ne pourrait de toute manière être esquissé dans ces pages que d'une façon assez simpliste. Sans s'écarter trop du thème général de ce chapitre on peut cependant rappeler certaines articulations essentielles du problème. Elles sont définies par les réponses que l'on peut fournir à deux questions fondamentales, qui sont, la première, « le bien est-il objectif ou subjectif ? » et la seconde, « qu'est-ce qui est bien ? ». « Le bien, aurait dit sans doute Aristote, est l'autre nom de Dieu, qui n'est lui-même que "ce vers quoi tout tend". » Une telle définition fait du bien une notion objective. On peut cependant soutenir qu'elle fait implicitement quelque référence aux êtres humains, supposés, implicitement toujours, être dans leur ensemble en harmonie de tendance avec le reste de la nature et exalter les caractéristiques de celle-ci. En ce sens, l'on peut dire que l'objectivité de la définition participe déjà quelque peu de *l'objectivité faible* sur laquelle est fondée la physique contemporaine. Un tel jugement est renforcé encore par la remarque que l'idée de tendance implique une distinction qualitative entre passé et avenir, distinction qui, on l'a vu, est pratiquement étrangère aux lois fondamentales de la physique. On ne peut donc parler de « ce vers quoi tout tend » qu'en identifiant le sujet, « ce », d'une telle phrase à la réalité *empirique*, c'est-à-dire à une conception du réel de coloration kantienne, ou en d'autres termes à une conception qui n'en fait pas une entité totalement indépendante de l'être humain.

La définition hédoniste du bien l'identifie, comme on sait, au plaisir ou plus précisément à ce qui en moyenne donne le plus de plaisir aux êtres humains considérés ensemble, tout en n'en défavorisant à l'excès aucun. Une telle définition n'est, elle aussi, objective qu'au sens faible. Si l'on prend le mot « plaisir » en son acception large – englobant les contraintes que l'homme s'impose volontairement en vue d'une fin qui lui semble belle, comme de gravir une montagne ou de s'occuper des lépreux[94] – alors un tel plaisir n'est autre chose que ce vers quoi l'homme tend et la définition hédoniste ne diffère guère de celle d'Aristote que par sa restriction à l'homme seul du « tout » considéré par ce dernier auteur.

Les deux définitions sont intéressantes et utiles. Grâce en partie à la suspicion qui entoure aujourd'hui toute notion apparentée à celle d'Être absolu, elles ont largement supplanté dans la mentalité de notre époque la

conception archaïque du bien, qui identifiait celui-ci à la conformité aux commandements de l'Être suprême. Si l'on pense aux monstruosités qu'a engendrées parfois jadis, et qu'engendre encore de temps en temps, ici ou là, cette dernière conception du bien, on doit se réjouir d'une telle évolution et considérer comme raisonnable l'idée que le rejet de la conception archaïque constitue un acquis stable. C'est cet acquis qui représente l'effet définitif – auquel allusion a ci-dessus été faite – du rejet temporaire de la notion d'être[95].

Mais, d'un autre côté, la définition d'Aristote présente certaines déficiences, de nature à la rendre, dans certains contextes, absurde. Si « ce vers quoi tout tend » est une conflagration nucléaire universelle, il paraît difficile de l'identifier au bien. Assurément, l'on pourrait tenter de réfuter cette objection en traduisant « tendre » par « aspirer à ». Mais l'élément de subjectivité – plus précisément de désir – attribué ainsi au « tout » d'Aristote équivaut à un postulat majeur, implicitement fait ainsi quant à l'existence d'une subjectivité de l'Univers, qui serait semblable à la nôtre. S'agissant de l'Univers identifié à la réalité empirique – ce qui, on l'a vu, est le cas – le moins que l'on puisse dire à ce sujet est qu'une telle subjectivité de l'Univers ne transparaît pas dans les données conjuguées de l'astrophysique et de la physique.

Quant à la définition hédoniste elle est, elle, infiniment moins vulnérable qu'on ne le pense trop souvent. La mésestimer serait une faute intellectuelle. Objectivement il faut cependant bien enregistrer le fait qu'elle fait l'objet d'une réaction spontanée de réserve (de dégoût parfois mais souvent dû alors à quelque contresens quant à son contenu) de la part d'un très grand nombre de personnes d'un grand mérite. Si l'on analyse les causes du refus en question on est conduit à reconnaître qu'effectivement la définition hédoniste du bien, même lorsqu'elle est correctement conçue, laisse comme un creux au cœur de l'être humain. Une telle insatisfaction peut à l'évidence être attribuée au caractère d'« être des lointains » qui est propre à l'homme et auquel, quand on étudie ce dernier, il faut, malgré qu'on en ait, toujours penser. D'une manière un peu plus précise il semble qu'elle ne soit pas sans rapport avec la grande frustration que cause à l'homme son insertion dans le temps et le fait que – au moins en apparence – cette insertion soit absolue. Ainsi, par exemple, il a plus haut été question de la libération des mœurs, laquelle est un fruit très direct de l'abandon de la

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

définition archaïque du bien au profit de celle des hédonistes. Une telle libéralisation est – a-t-on souligné – très positive. Mais tout plaisir a une fin : et l'ennui de toutes les libérations est ainsi qu'aucune ne libère du temps. De même, le dévouement au bien-être de nos semblables ne libère pas, lui non plus, pleinement du temps puisque la vieillesse le rend impossible. Aussi est-ce en un sens un raffinement subtil de l'hédonisme que de penser l'Être éternel et de vivre d'une telle pensée. Le moine, le religieux, l'anachorète et leurs semblables, eux qui se donnent éperdument à l'Être, sont, dans notre civilisation, les seuls à se rire – au moins idéalement – du temps. Leur attitude ne saurait toutefois être considérée comme une extension pure et simple de la philosophie hédoniste, du fait que pour être efficace la référence à l'Être doit s'accompagner d'une reconnaissance véritable de l'existence ainsi que de la prééminence de son objet. Le bien ne peut alors être défini que secondairement à ce dernier.

Il semble que l'on soit loin de la physique. Mais peut-on vraiment l'être si celle-ci est universelle autant qu'on a vu qu'elle l'est ? En fait, cette science a beaucoup à dire au sujet de la notion d'Être, ainsi que l'ont prouvé les précédents chapitres. Elle montre en particulier que les seules philosophies réalistes qui soient acceptables sont des réalismes lointains : c'est-à-dire des conceptions dans lesquelles la réalité indépendante échappe à nos catégories usuelles et à nos concepts habituels. En particulier, le fait de l'écoulement du temps, qui nous est familier et que nous avons une tendance presque invincible à considérer comme une réalité première, devient, dans les conceptions dont il s'agit, une donnée relative, qui se réfère aux phénomènes et non à la réalité.

S'il en est ainsi, alors il existe certaines hypothèses que le physicien, même s'il les considère – selon ses critères propres – comme *hasardeuses*, ne peut pas tenir pour *absurdes*. L'une d'elles est que chaque être humain ait la possibilité d'établir quelque pont vers l'Être. À lui, alors, d'en trouver la nature. Plus précisément, il n'est pas exclu qu'il y ait entre chaque homme particulier et l'Être une relation, ineffable certes, mais qui se traduirait le moins mal possible par l'expression « un appel de l'Être à l'homme ». Un tel appel, s'il existe, c'est bien naïvement sans doute que nous l'interprétons – inévitablement ! – comme un appel à une action ou à une œuvre, ou simplement à nous réaliser. Notre naïveté en cela est peut-être comparable

à celle de Thalès quand celui-ci, faute d'un concept et même d'un mot appropriés, identifia pitoyablement (comme on sait) à *l'eau* la réalité physique soumise à des lois générales dont – fondant par là la science ! – il avait introduit dans le discours humain l'idée abstraite. En effet, quand nous méditons sur de tels « appels » nous mettons dans le temps la relation dont nous voulons parler. Or comme tout ce qui a trait à la réalité indépendante – ou Être – une telle relation devrait bien plutôt transcender le temps, à certains égards tout au moins.

Encore une fois, de telles hypothèses sont – cela va de soi ! – hautement spéculatives. Il semble impossible de prouver que les intuitions – universellement répandues – qui pourraient être *a priori* identifiables aux appels dont il est question ne relèvent pas exclusivement d'une pure et simple explication psychologique ou génétique. Le plus que l'on puisse donc affirmer est que, vu la nécessité qu'il y a à prendre au sérieux la notion d'une réalité lointaine – située hors des cadres de l'espace et du temps et « antérieure » à la scission sujet-objet –, les hypothèses dont il s'agit sont non absurdes. Il n'y a pas d'argument vraiment convaincant qui puisse en prouver la fausseté ni même – puisqu'on a écarté les critères positivistes – l'absence de signification. Si elles sont vraies (principe de « bénévolence »), alors elles donnent la possibilité d'une troisième définition du bien et de ses valeurs, à base cette fois d'objectivité forte, par référence à une conformité à ces « appels ».

Il ne faudrait pas abuser d'une définition de ce genre. On voit tout de suite quels prétextes ou quelles apparentes justifications elle pourrait fournir – et cela même à des personnes de bonne foi – pour beaucoup d'actions arbitraires. Aussi paraît-il opportun de ne pas en faire la base d'une nouvelle échelle des valeurs, bouleversant celle fournie par, par exemple, la définition hédoniste. La définition en question serait plutôt à réserver à la contemplation ou, si l'on préfère, au sublime. Ce qui signifie que, sans lui donner d'effet très appréciable sur l'échelle des valeurs, on peut y voir, sans crainte d'être réfuté valablement, le vrai fondement de ces dernières. Sur ce point comme sur bien d'autres le dédaigneux sourire positiviste serait déplacé. Loin qu'il soit indifférent de fonder les valeurs admises sur telle vision ou sur telle autre, cela au contraire est de très grande conséquence. Dépendent de cela, en effet, la coloration affective, donc le sérieux, que l'on attache à ces valeurs, et par conséquent le niveau de sérénité, voire

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

même de joie auquel se déroule l'existence : comme saint François, avant tant d'autres, l'a découvert !

C'est sur le réalisme lointain qu'est fondée, on l'a vu, toute attitude réaliste cohérente. Dans les pages qui précèdent constatation a été faite des modifications importantes de conception qu'apporte avec elle l'adoption d'une telle attitude par rapport à la mentalité devenue aujourd'hui dominante et qui est liée dans ses profondeurs à un rejet de l'idée de l'Être. Inversement, si l'on cherche des critères plausibles permettant de conjecturer que telle ou telle intuition ou telle ou telle découverte ouvre, plutôt que telle ou telle autre, une perspective sur l'Être, alors il est tout naturel d'axer le choix de tels critères sur les modifications en question. Une sensation ou une idée qui éveille en moi les mêmes échos, que j'aie ou non présente à l'esprit l'idée d'un Être essentiellement *lointain* (lointain par rapport à nos catégories habituelles de pensée), n'aura, selon ces vues, guère de chances d'avoir une portée dépassant celle des phénomènes. C'est là le cas le plus courant et, en particulier, tout le contenu de la science étroitement positive en fait partie. Seule une sensation ou une idée qui éveille en moi des échos différents selon que j'ai ou non explicitement présente à l'esprit l'idée d'un tel Être pourra avoir des chances de m'entrouvrir une perspective sur ce dernier.

Si cette manière de voir est adoptée, la beauté mathématique – si souvent exaltée par les grands mathématiciens et théoriciens de la physique – reste à cet égard un critère hautement valable, et cela malgré les lacunes, ci-dessus exposées, du pythagorisme. En effet, aussi longtemps que je m'acharnerai exclusivement à résumer par des expressions mathématiques un certain nombre de *phénomènes*, l'élégance éventuelle des formules ou des modèles que j'obtiendrai n'éveillera en moi que des échos beaucoup plus faibles que ceux qu'elle suscitera si je vise explicitement à mieux décrire la réalité telle qu'elle est en soi. Ou même si je vise seulement à décrire des relations entre celle-ci et l'homme dans lesquelles *elle* se reflète avec quelque fidélité.

Mais, ici encore, il n'y a pas de raison de ne retenir comme critère valable que la seule beauté de caractère mathématique. En fait, la plupart des hommes ont souvent l'occasion de voir des choses de la nature ou de la vie qui, sur le plan des phénomènes positifs, n'ont rien qui les distingue qualitativement de choses semblables, mais dont cependant l'agencement

se trouve être pour eux « gracieux » : gracieux à ce point même que si ces spectateurs sont orientés si peu que ce soit vers l'idée de l'être et si nul présupposé ne les bloque (tel est le cas, par exemple, des esprits frais, non conditionnés par les médias ou l'école), ils se sentent obligés de reconnaître que sous des espèces étranges un élément de vérité est caché là. Assurément, ici encore, les explications biologiques abondent qui mettent une telle « reconnaissance » en relation avec la structure de *nos* gènes, donc de *notre* esprit. Mais si les vues ci-dessus décrites sont adoptées il n'est pas absurde non plus d'y voir une reconnaissance authentique de l'Être caché derrière les choses, ou du moins d'un de ses reflets. Les deux opinions sont conciliables si l'on adopte la théorie du microcosme. Selon cette hypothèse, on le sait, le cerveau et l'esprit humain, qui comptent parmi les composés les plus complexes de l'Univers, ont conservé quelques structures reflétant assez fidèlement celles de la réalité indépendante dont ils émergent. L'hypothèse est indémontrable. Elle est plausible cependant du fait qu'elle rend compte d'une manière schématique mais élémentaire de plusieurs choses, comme par exemple de la possibilité déjà discutée que possède l'homme d'appliquer ses mathématiques aux phénomènes.

Ce qui vient d'être dit en ce qui concerne la beauté peut être répété à propos du sacré. Certes le sacré est susceptible d'une explication purement sociologique tout comme l'impression de beauté sensible est susceptible, ainsi que l'on vient de le voir, d'une explication purement biologique. Mais cela n'implique nullement que l'une ou l'autre de ces deux notions soient épuisées par de telles explications. Si tel était le cas, on ne serait pas loin de devoir dire que les explications sociologiques des découvertes scientifiques épuisent peu ou prou le contenu de ces dernières. Or, bien évidemment, il n'en est rien. S'agissant du sacré il faut donc considérer comme non absurde l'idée que son effort pour atteindre l'Être par-delà les choses pourrait n'être pas entièrement vain. Mais naturellement une telle idée n'est valable que s'il s'agit bien de l'Être lointain, non de la réalité empirique. Le sacré ainsi s'oppose partiellement à l'histoire, laquelle est construite autour des concepts de la vie courante. Si l'on s'en sert ce ne peut valablement être qu'à la manière dont le physicien se sert des modèles : afin d'évoquer dans un langage simple des vérités non exprimables littéralement dans celui-ci. De ce point de vue le fait que, dans notre culture, les serviteurs du sacré aient été saisis par la vogue des philosophies de l'histoire paraît

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

éminemment fâcheux. Ce fait est peut-être à la base de la fuite des jeunes sensibilités vers des cultures différentes. Pourtant, par-delà de tels avatars, il faut considérer le fond des choses. L'ouverture possible que donne le sacré vers l'Être est certes de l'ordre de la conjecture. Mais, en ce domaine, tout est tel. Aussi une fidélité nuancée et non littérale à la religion de son enfance est-elle une attitude d'esprit qui se recommande, semble-t-il, à tout individu en ayant eu une, et désireux de ne se fermer à aucune perspective.

Enfin, d'autres faits pourraient ouvrir des voies obscures vers l'être. Il faut mentionner en particulier ceux qui sont liés au *souci* (Heidegger) et tous ceux qui, tel le mysticisme par exemple, sont associés à un affaiblissement de la scission sujet-objet (Jaspers). Mais on entre là dans un domaine plein de pénombre, que les penseurs ont beaucoup exploré et au sujet duquel le physicien n'a rien à dire que le philosophe n'ait pas dit.

En définitive, en ce qui concerne cette question du regard porté sur l'être – ou « sur le réel » pour user d'un mot plus ambigu et donc, on va le voir, plus fécond –, l'ultime sagesse que puisse enseigner la physique est peut-être celle-ci qu'un tel regard doit « accommoder » sur deux plans à la fois, qui correspondent justement aux deux sens que les philosophes attribuent au mot « réel ». D'une part, il doit contempler la réalité indépendante, la *Substance* de Spinoza, ou, plus exactement, puisqu'il ne peut, précisément, la contempler en soi, il en doit contempler l'idée. Il doit y admirer la source des phénomènes, de la beauté et des valeurs et aspirer à la rejoindre tout en la sachant aussi inaccessible que l'horizon. Et, d'autre part, il doit aussi ne pas négliger d'accommoder sur le plan de la réalité empirique, en sachant que celle-ci l'est ou, en d'autres termes, en la voyant selon sa vraie nature, qui est d'être relative à la scission sujet-objet. Le plan de la réalité empirique est celui des choses, de la vie, de l'évolution, de l'Univers même. Lui attribuer son importance véritable, son authentique « qualité d'existence » sans pour autant l'identifier à l'horizon suprême, voilà toute la subtilité de cette sagesse.

14
Conclusion

L'apport de la physique au système des connaissances est essentiel. S'étendant jusqu'à recouvrir la chimie d'une part et la cosmologie de l'autre, la physique est bien aujourd'hui la science de l'ensemble des phénomènes de la nature, vie et conscience mises à part. Encore l'exception concernant la vie n'est-elle peut-être que temporaire. De ces phénomènes la physique fournit une description unifiée, au moins en droit. Non qu'elle puisse prétendre à les tous calculer directement et en détail à partir des premiers principes. Mais elle dispose d'authentiques relais constitués par les constantes physiques macroscopiques. Calculées par le moyen de la théorie quantique et à partir de quatre ou cinq « constantes universelles » – pas davantage –, ces constantes macroscopiques servent à leur tour au calcul des phénomènes à notre échelle grâce à l'emploi de la physique classique. Au moyen de ce stratagème et de quelques autres la physique contemporaine enserre dans un tissu descriptif compact l'ensemble des phénomènes qui nous entourent et qui sont si divers en apparence. Par ses théories et ses équations elle établit leur cohérence et elle permet de les prédire, statistiquement au moins, à peu près tous. Aussi est-il douteux qu'aucun penseur puisse valablement se forger une vue non superficielle et non arbitraire du monde, et de l'insertion de l'homme dans le monde, s'il ignore la physique ou s'il n'en a cure.

Mais serait-il vrai qu'il suffise à cet égard de noter simplement ce qui vient d'être rapporté, c'est-à-dire le fait tout à fait général que la science en question rend compte de l'ensemble des phénomènes naturels ? Ce qui permettrait à notre penseur de très vite tourner la page, de la même manière qu'une personne qui vise à se former des idées non superficielles concernant l'architecture d'un édifice peut se contenter de noter rapidement que la *solidité* de celui-ci a été vérifiée par qui de droit. Ce qui, ici, correspondrait à négliger toute information sur les *fondements* de la physique.

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Une telle hypothèse, on l'a vu, est simpliste. En fait, quand on affirme que la physique rend compte de l'ensemble des phénomènes on n'a pas encore décrit la contribution principale de cette science à la connaissance fondamentale. On est même resté très à la surface des choses. Selon la thèse ici défendue le vrai apport de base de la physique contemporaine tient tout entier en effet dans la dichotomie que cette science semble, dans ses profondeurs, tendre invinciblement à imposer entre l'être et l'objet, ou entre réalité et phénomènes. L'objet n'est pas l'être. Cette vérité, pressentie par Descartes et par beaucoup de philosophes, paraît maintenant, à la lumière de la mécanique quantique ou des expériences concernant la non-séparabilité, bien difficile à mettre en doute même par les esprits d'inspiration réaliste. Elle prouve que les vieux rationalistes avaient fondamentalement raison sur un point : les sens, la méthode expérimentale, même aidés par la théorie, ne peuvent nous éclairer avec certitude en ce qui concerne *ce qui est.* Ce que les rationalistes en question n'avaient pas prévu – et ne pouvaient guère prévoir ! –, c'est que, malgré cela, les informations fournies par nos sens, une fois convenablement épurées, triées, passées au crible de la méthode scientifique, s'avéreraient constituer un ensemble stable, mathématiquement descriptible et d'une cohérence à peu près parfaite : l'ensemble, précisément, que nous appelons « la physique » et qui nous permet d'obtenir des réponses utiles à toutes nos questions opérationnelles.

Or telle est maintenant, on l'a vu, la situation. Les données des sens des différents individus concourent en général de telle manière qu'elles peuvent être décrites ensemble au moyen d'un modèle réaliste à l'échelle macroscopique, fondé sur la notion d'objets macroscopiques séparables. À cette circonstance est apparemment attribuable le fait que l'homme a élaboré un langage fondé essentiellement sur le concept de tels objets. Ainsi construite, la réalité empirique, manifestement, n'est, encore une fois, pas identifiable à l'être puisque l'idée qui en forme la base, celle d'objets macroscopiques, est une notion aux contours flous, et qui n'est elle-même définie que par référence à l'humain. De plus, dès que l'homme abandonne ce domaine du macroscopique, la notion d'objet séparable lui fait défaut et il ne peut plus que prédire les résultats d'observations, même s'il a le pouvoir de le faire à merveille.

Si quelqu'un s'enquiert du *pourquoi* de ces circonstances, il ne faudra pas lui faire croire que la réponse soit aisée. Comme dans d'autres cas similaires,

il faudra d'abord lui rappeler que les esprits prudents refusent en général les questions fondées sur un « pourquoi » et non sur un « comment ». Que, si cependant il s'obstine, il faudra avouer qu'une situation dans laquelle les entités considérées par la théorie pourraient être supposées exister en soi, tout à fait indépendamment de l'homme, et être seulement *observées* par lui, serait une situation plus satisfaisante du point de vue de l'explication de l'accord intersubjectif. Chercher à retrouver les conditions d'une situation pareille, c'est chercher à construire une théorie réaliste. Et beaucoup de physiciens se sont livrés à une telle recherche, avec les résultats qu'on a notés. Ces derniers ne sont pas inexistants, mais ambigus : plusieurs solutions sont possibles, elles diffèrent profondément les unes des autres et l'expérience – compétente seulement en ce qui concerne la réalité empirique – ne peut évidemment les départager. Toutes cependant ont le trait commun d'imposer à l'être lui-même d'être non séparable, ce qui, encore une fois, interdit son identification aux objets observés. Plus généralement, les circonstances qui viennent d'être rappelées empêchent l'identification du réel intrinsèque à l'ensemble des entités mathématiques de la physique contemporaine qui possèdent la propriété de localité (fonctions d'un seul point). Plus généralement encore, elles jettent un discrédit certain sur toutes les visions du réel (intrinsèque) qui sont à base de réalisme *proche*, c'est-à-dire qui tentent de décrire l'être au moyen de concepts empruntés à la vie courante. Ceci exclut autant les représentations animistes ou naïvement naturalistes que les représentations scientistes.

Dans ces conditions, la solution ici proposée est celle d'un *réalisme lointain* et *non physique*, thèse dans laquelle l'être – ou réalité intrinsèque – reste bien l'explication ultime de l'existence de régularités dans les phénomènes observés mais dans laquelle les éléments de la réalité dont il s'agit ne peuvent être mis en relation ni avec des notions empruntées à notre existence habituelle (telles qu'idée de cheval, idée de « petit grain », idée de père ou idée de vie) ni non plus avec des entités mathématiques localisées. Il n'est pas prétendu que la thèse ainsi spécifiée ait une utilité scientifique quelconque. Bien au contraire, il est conjecturé, comme on le voit, que la nature de la science fait que son domaine propre se limite à la réalité empirique. La thèse dont il s'agit vise donc seulement – mais cela paraît important – l'obtention d'une explication claire de *l'existence* des régularités sensibles observées dans la vie courante et que la science résume si bien.

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Une fois acquise la certitude que l'objet n'est pas identique à l'être, l'hypothèse devient formulable selon laquelle *les statuts ontologiques des notions d'objet et de sujet seraient comparables* (ou, autrement dit, selon laquelle il est légitime de parler d'une scission sujet-objet). Si l'on pense au rôle toujours croissant de la notion d'intersubjectivité dans les recherches qui sont faites en vue d'accroître la rigueur de la formulation de la physique, on en vient même à constater qu'une telle hypothèse est finalement assez raisonnable, en dépit du fait qu'elle est vague et difficile à préciser. Bien entendu, ces défauts sont ici de moins de conséquence que cela ne serait le cas s'il était question d'utiliser dans un contexte scientifique l'hypothèse dont il s'agit. Il a donc été proposé d'adhérer à cette dernière. Les prolongements d'une telle manière de voir ont été très sommairement examinés, tant sur le plan philosophique que culturel ; et aussi sur le plan de l'adhésion de chaque individu au monde, ce qui est plus simple mais plus important.

On ne doit pas se le dissimuler : selon ces vues un certain mystère enveloppe – et continuera d'envelopper – la notion d'être. Cela peut paraître frustrant aux intelligences acérées. Mais la frustration diminue quand on considère que l'hypothèse inverse aurait des conséquences bien plus déconcertantes encore. Ainsi, par exemple, l'énigme de la radioactivité bêta a pendant vingt ans passionné tous les physiciens parce qu'elle était difficile. Mais finalement elle fut résolue, et cela d'une manière absolument satisfaisante. Subitement le sujet perdit alors entièrement son intérêt. Il n'y avait tout simplement plus rien à dire. Fort heureusement d'autres problèmes sont apparus… Par métaphore il est donc possible d'avancer que l'être est peut-être en quelque manière bon pour l'homme – et bon pour chaque individu – en choisissant de demeurer lointain.

Les réflexions contenues dans ce livre ne visent pas à persuader quiconque que, hors d'une connaissance approfondie de la physique, il n'est pas aujourd'hui de vue du monde défendable. Les choses, heureusement, ne se présentent pas ainsi. Ce qui paraît cependant vrai, c'est qu'une ignorance pleine et entière des problèmes posés par les fondements de cette science est, elle, un handicap considérable. Au moins si elle s'étend jusqu'à la *nature* même des problèmes dont il s'agit. En effet, une telle ignorance débouche sur deux itinéraires de recherche qui sont l'un et l'autre des impasses. Le premier se fonde sur une identification implicite

de la réalité ultime avec l'ensemble des objets, et c'est l'itinéraire scientiste ; le second tente de représenter le monde comme l'arène où s'affrontent des forces plus ou moins magiques : et c'est l'itinéraire – encore bien plus suivi que l'autre ! – des horoscopes, comme c'est aussi celui du naturalisme naïf. L'intuition, heureusement très répandue, du caractère puéril de telles descriptions de l'être engendre trop souvent le scepticisme, l'éparpillement dans des savoirs fragmentaires abusivement gonflés en importance ou l'adhésion-refuge à l'une ou l'autre des quelques doctrines établies. Si l'acquisition d'une culture philosophique adéquate peut parfois permettre une reprise en main, il faut avouer qu'à l'heure actuelle ce qui est proposé dans ce domaine rend la solution très aléatoire. Le risque est grand de faire fausse route.

La conclusion est qu'en vérité il ne paraît pas y avoir de voie meilleure vers le vrai que celle qui passe par une information, fût-elle succincte, sur les problèmes des fondements de la physique. Compte tenu de la puissance de cette science en ce qui concerne la description des phénomènes et la création de technologies, une telle étude, qui révèle aussi, on l'a vu, les bornes ontologiques d'un tel savoir, est également une de celles qui permettent le mieux d'apprécier sainement, sans triomphalisme déplacé mais sans mépris injustifié non plus, les limites et la force de la pensée sérieuse, appuyée sur l'action et sur l'observation des faits.

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Appendice I

Preuve explicite du théorème dans le cas de paires de barreaux.

Soient respectivement A et B les dispositifs de mesure dont les orientations sont repérées par les vecteurs *a* et *b*. Appelons « réponses » (positives ou négatives) les résultats individuels notés par l'expérimentateur comme il est exposé dans le texte. D'autre part, si l'angle existant entre le vecteur *a* et la direction nord-sud d'un certain barreau est aigu, convenons de dire, pour faciliter le langage, que la « composante » selon *a* de ce barreau est positive (si l'angle en question est obtus, convenons de dire qu'elle est négative). Enfin, appelons respectivement E_{ab} (+ +), E_{ab} (+ –), E_{ab} (– +) et E_{ab} (– –) les ensembles de tous les barreaux qui sont membres de paires soumises aux mesures faites par le moyen de A et B et qui, d'autre part, ont individuellement des « composantes » : positives selon *a* et *b* ; positive selon *a*, négative selon *b* ; négative selon *a*, positive selon *b* ; négatives selon *a* et *b* respectivement. Étant donné que la direction de propagation des barreaux (vers la droite ou vers la gauche) est indépendante de l'orientation de la paire dans l'espace, chacun des barreaux composant, disons, E_{ab} (+ –) a une chance sur deux de traverser A et une chance sur deux de traverser B. Le nombre de barreaux de E_{ab} (+ –) qui traversent A est donc (à des fluctuations statistiques près que l'on peut rendre négligeables) la moitié du nombre total des barreaux qui composent E_{ab} (+ –) (il en va de même en ce qui concerne les trois autres ensembles). Un tel barreau fournit évidemment une réponse positive. Son partenaire (le barreau initialement associé dans la même paire) traverse, lui, le dispositif B. Or, puisque, au sein d'une même paire, les « composantes » selon une direction quelconque des deux barreaux sont opposées, ce partenaire est, lui, un élément de E_{ab} (– +). Lui aussi fournit donc une réponse positive. La paire considérée fournit donc une réponse doublement positive. On voit dès lors que, aux fluctuations statistiques

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

près, le nombre total de paires fournissant une réponse doublement positive est égal à la moitié du nombre d'éléments de E_{ab} (+ –) ou, ce qui revient au même, à la moitié du nombre d'éléments de E_{ab} (– +), puisque ces deux nombres sont manifestement égaux.

Ce qui précède concerne les paires de barreaux soumises aux mesures faites au moyen des dispositifs A et B, mais peut bien entendu être répété en ce qui concerne les paires (en même nombre) soumises aux mesures faites respectivement au moyen des dispositifs A et C et B et C. Si ces trois échantillons de paires sont vraiment représentatifs, le nombre d'éléments de, disons, E_{ab} (+ –) est proportionnel au nombre de barreaux qui ont des « composantes » positives et négatives selon *a* et *b* respectivement dans la « population » totale des barreaux. Chacun de ces barreaux a selon *c* soit une « composante » positive, soit une « composante » négative. De par l'argument exposé dans le texte, leur nombre est donc inférieur ou au plus égal au nombre de barreaux de la population totale qui ont selon *a* et *c* des composantes respectivement positive et négative augmenté du nombre de ceux qui, selon *b* et *c*, ont des composantes respectivement négative et positive. De là, il résulte que le nombre d'éléments de E_{ab} (+ –) est inférieur ou au plus égal au nombre d'éléments de E_{ab} (+ –) augmenté du nombre d'éléments de E_{ab} (– +). Or ce dernier est lui-même égal au nombre d'éléments de E_{ab} (– +) pour la même raison que plus haut (structure « en tête à queue » des paires initiales). D'après la première partie du raisonnement, il faut donc conclure que le nombre de réponses doublement positives lors de la première série de mesures est nécessairement inférieur ou au plus égal à la somme des nombres de réponses doublement positives lors des deux dernières séries. C'est ce qu'il fallait démontrer. Bien entendu, dans le cas des spins, la preuve ne vaut que dans l'hypothèse de la séparabilité puisque celle-ci ou une hypothèse équivalente s'avère nécessaire pour établir l'existence simultanée des composantes selon *a, b* et c[96].

Appendice II

Le premier modèle présenté page 100 (d'une manière certes très sommaire !) porte le nom de « théorie d'Everett et Wheeler » [H. Everett, Rev. Mod. Phys. *29*, 454 (1957) ; J.A. Wheeler, Rev. Mod. Phys. *29*, 463 (1957)]. H. Everett, son auteur principal, a insisté très fortement sur le fait que son modèle comporte une véritable multiplication du type de celle ici décrite (l'Univers se dédoublant réellement, lors de « mesures » conçues à cet effet, en un monde où je suis vivant et un autre où je suis mort). Lui et d'autres auteurs font même de cette vue l'idée centrale du modèle. Mais d'autres physiciens ont bien senti ce qu'une telle thèse comporte d'ambiguïté. Indéniablement, en effet, la multiplication dont il s'agit ne peut que se produire ou non : on ne conçoit pas de cas intermédiaire. Le modèle doit donc spécifier dans quels cas celle-ci se produit. Or ce qu'il pose, c'est que la multiplication a lieu « dans les phénomènes du type des opérations de mesure (en abrégé PTOM) ». Le modèle doit donc stipuler de façon précise quels sont les phénomènes d'interaction qui sont des PTOM. S'il le fait par référence à l'observateur, considéré, du fait qu'il est conscient, comme un système différent de tous les autres systèmes avec lesquels le système mesuré peut interagir, alors rien n'est gagné par rapport à, par exemple, la conception présentée ensuite dans le texte (conception de Wigner), qui a en outre le mérite d'être plus simple. C'est donc autrement que le modèle doit spécifier ce qu'est exactement un PTOM. À cet égard, des possibilités *a priori* existent (voir, chapitre 11, « La diversion macroscopique »). Mais leur mise en œuvre est très délicate et très complexe et, surtout, le jeu des hypothèses conceptuelles qu'il est nécessaire de faire pour que cette mise en œuvre soit pleinement cohérente n'a jamais été entièrement tiré au clair.

Un certain nombre de physiciens qui ont effectivement vu, ou soupçonné, ces difficultés n'ont pas pour autant abandonné le modèle dont il

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

s'agit. Plus précisément, ils ont tenté d'en conserver ce qui *à leurs yeux* en constituait l'idée centrale, à savoir non pas vraiment la multiplication des mondes mais le fait que la fonction d'onde de l'Univers n'est jamais réduite. Ils insistent donc pour parler non plus de multiplication des mondes mais « simplement » de multiplication des branches d'Univers.

Il est bien vrai que la zone (multidimensionnelle !) dans laquelle la fonction d'onde d'un système a une amplitude appréciable peut se scinder au cours du temps en deux ou plusieurs régions. C'est effectivement là ce qui se passe en général dans les PTOM et aussi dans bien d'autres cas ; et en soi ceci ne crée, à l'évidence, aucun problème conceptuel. La scission, au surplus, peut être graduelle ou partielle et nous ne trouvons donc plus là une logique de tout ou rien. Il n'en reste pas moins que, si nous voulons que le modèle ait quelque rapport avec l'expérience, il nous faut admettre que, aux états de certains de ces systèmes, ou de certaines parties de ces systèmes, correspondent des données expérimentales, et donc des impressions sensibles. Supposons alors que la mesure considérée consiste à regarder le voyant de quelque instrument, qui est allumé dans telles branches d'univers, éteint dans telles autres. C'est un fait expérimental que notre impression lors de la mesure est soit celle d'un voyant tout à fait allumé, soit celle d'un voyant tout à fait éteint. De deux choses l'une par conséquent : ou bien au « moi » qui voit le voyant s'allumer correspond un autre « moi » qui le voit rester sombre, et alors il y a bien multiplication réelle des « moi » quel que soit le vocabulaire utilisé, ou bien il n'en est rien. *A priori* l'une et l'autre thèse sont tenables. Mais elles sont mutuellement incompatibles. Entre les deux il faut choisir. Si, pour les raisons ci-dessus, on refuse la multiplication réelle des « moi » il faut bien alors reconnaître que si, par exemple, mon « moi » voit le voyant s'allumer ceci privilégie la ou les branches d'univers – ou « de la fonction d'onde » – qui comportent cet allumage par rapport à celles qui ne le comportent pas. Si les diverses « branches » de la fonction d'onde existent toutes (ce qui est la thèse de départ), il semble dans ces conditions que la manière finalement la plus limpide de décrire la version du modèle à laquelle nous venons de parvenir comporte l'abandon de l'expression (en définitive ambiguë et mal définie) de « branches d'univers ». Plus précisément il semble que cette « manière la plus limpide » de s'exprimer soit de dire, d'une part, que la fonction d'onde – avec toutes ses composantes – correspond à des champs

physiques « quantiques » réellement existants et, d'autre part, qu'il existe *en outre* d'autres paramètres physiques, les états de conscience des observateurs ou quelques variables physiques, déterminant lesdits états. Comme il est noté dans le texte, la version du modèle d'Everett-Wheeler qui est ici mise en avant a, en fin de compte, plus de rapport avec les modèles à variables supplémentaires qu'avec l'idée de base d'Everett et des auteurs qui croient réellement à la multiplication des mondes.

Il est quelque peu regrettable que deux modèles en fin de compte bien différents portent ce même nom de « modèle d'Everett et Wheeler » dans la littérature spécialisée. Cela tient sans doute au fait qu'ils sont l'un et l'autre fondés sur le même formalisme mathématique, et aussi à la propension des physiciens théoriciens à privilégier les analogies formelles aux dépens des différences relatives aux concepts. Le fait en tous les cas illustre très bien la difficulté que présentent les tentatives d'approfondissement de conceptions de cette sorte. Les philosophes n'y sont pas des plus compétents, faute de préparation adéquate. Et les physiciens n'y suffisent guère, ayant l'usage du maniement des équations mais peu, finalement, celui de l'analyse des idées. Aussi doit-on reconnaître qu'il persiste dans ce domaine de troublantes obscurités.

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Lexique

Influence

Notion qui généralise celle de cause et dont la définition se heurte aux mêmes difficultés. Très schématiquement on peut dire que le mode de définition qui réduit ces notions à celle de régularité (dans les successions d'événements) ne suffit pas, en définitive, à exprimer ce que les notions de cause ou d'influence ont de spécifique. Il convient donc de faire appel à un autre mode de définition. Ainsi, si A et B sont deux événements répétables, A étant antérieur à B, et si A est un événement d'un type tel qu'il puisse être créé à volonté, on pourra prendre l'énoncé suivant pour définition : « On dit que les événements A sont causes des événements B si et seulement si B a lieu dans tous les cas où l'on crée A et seulement dans ceux-ci. » La définition du sens de l'expression « A influence B » (ou mieux de l'expression « A influence *appréciablement* B ») est alors obtenue en remplaçant les connexions certaines par des fréquences ; dans les mêmes conditions, on dira donc : « *Les événements A influencent* (appréciablement) *les événements B si et seulement si la fréquence avec laquelle les événements B ont lieu est* (appréciablement) *différente selon que l'on impose ou non aux événements A d'exister.* » (Le sens du mot « appréciablement », si on l'introduit, est à préciser selon le cas.)

L'une des supériorités d'un tel mode de définition sur celui fondé exclusivement sur des observations de régularité est que, s'agissant de deux séries d'événements, cet autre mode a les plus grandes difficultés à formuler une distinction qui fait cependant partie intégrante du concept de cause dans ce qu'il a de spécifique. Il s'agit de la distinction – qui à l'évidence s'impose ! – entre, d'une part, les corrélations dues au fait que les événements d'une des séries sont individuellement « causes » de ceux de l'autre série et, d'autre part, les corrélations dues au fait que les deux événements corrélés sont chaque fois dus à une seule et même « cause » extérieure.

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Bien entendu, c'est donc au sens précisé par la définition figurant ci-dessus en italique qu'il faut prendre le mot « influence » quand il apparaît dans le présent livre. Pour plus de détails, voir référence 9 de la bibliographie (*Found. Phys.*).

Intersubjectivité : Voir « objectivité faible ».

Localité (syn. séparabilité).

Principe selon lequel une opération effectuée en un certain lieu ne peut perturber à ce même moment un système situé en un autre lieu.

Non-localité : voir non-séparabilité.

Non-séparabilité (d'un système complexe étendu).

(a) Impossibilité de prendre au pied de la lettre aucun modèle décrivant le système complexe en question comme constitué de deux (ou plusieurs) sous-systèmes localisés chacun dans des régions distinctes et dépourvus d'interactions mutuelles instantanées ou plus rapides que la lumière. Souvent inévitables, les modèles de cette sorte doivent cependant alors être considérés comme des images imparfaites. (C'est ainsi que, en général, deux particules ayant interagi dans le passé et n'ayant ensuite interagi avec nul système tiers doivent en toute rigueur être considérées comme constituant un système « non séparable » quelle que soit la distance entre les lieux où elles seront détectées. En mécanique quantique cela correspond au fait que, en général, on ne peut pas attribuer dans ces conditions une fonction d'onde à chacune des particules, mais qu'on ne le peut qu'au système des deux.)

(b) Existence, entre les parties localisées d'un système étendu, d'interactions permettant des influences réciproques instantanées ou plus rapides que la lumière.

(a') et (b') : mêmes définitions que (a) et (b) respectivement mais avec suppression du membre de phrase : « instantanées ou plus rapides que la lumière ».

N.B. : Ces quatre définitions ne sont manifestement pas équivalentes. Quand on tient à préciser qu'il s'agit de l'une des deux premières, (a) ou (b), on dit parfois « violation de la séparabilité *einsteinienne* ». Sur le plan des principes c'est seulement une telle violation qui pose un problème conceptuel véritable, et cela du fait que dans une philosophie réaliste cette violation équivaut à la violation d'un principe fondamental de la relativité restreinte (souvent appelé « principe de causalité ») selon

lequel aucun *signal* ne se propage plus vite que la lumière. À cet égard, il importe cependant de remarquer (comme on l'a noté dans le texte) que les influences plus rapides que la lumière dont il est question ici ne peuvent servir à transmettre aucun signal utilisable, ce qui fait que leur existence n'infirme pas la validité de la théorie de la relativité entendue selon la philosophie opérationnelle. Par ailleurs, il faut également remarquer que, même si on l'entend au sens des définitions moins restrictives (a') ou (b'), la non-séparabilité pose quand même un sérieux problème quant à l'*image* que nous pouvons nous faire du monde : au moins si – comme l'indiquent la théorie et l'expérience – l'intensité des influences dont il s'agit ne s'affaiblit pas avec la distance. À l'évidence elle interdit en effet alors d'ériger en absolu les descriptions de l'Univers faites en termes de parties localisées et pouvant être conçues comme approximativement isolées les unes des autres.

Enfin, c'est encore une autre question que de savoir si les définitions (a) et (b) doivent ou non être tenues pour équivalentes. Il est de fait qu'elles diffèrent appréciablement par le langage qui les exprime puisque la définition (b) admet implicitement que cela a un sens de parler des parties localisées du système étendu considéré, ce que la définition (a), justement, nie. Pour cette raison certains auteurs paraissent enclins à donner aux définitions (a) et (b) des noms distincts. Le choix des noms respectifs de « non-séparabilité » pour désigner la définition (a) et de « non-localité » pour désigner la définition (b) peut alors sembler le plus naturel et c'est ce choix que, avec des nuances variables selon les auteurs, on rencontre parfois dans la littérature spécialisée. La non-séparabilité apparaît alors comme étant une propriété de la réalité indépendante et la non-localité comme étant le reflet de la non-séparabilité dans les descriptions faites en termes de réalité empirique, c'est-à-dire d'événements localisés.

D'un autre côté, il faut bien remarquer qu'il n'existe à l'heure actuelle aucun critère expérimental qui permettrait de distinguer un système complexe non séparable d'un système complexe non local, au sens que l'on vient d'évoquer. À tort ou à raison certains, dès lors, contesteront que la distinction entre ces notions soit vraiment significative. C'est pour éviter de prendre parti dans une question de sémantique dont l'importance n'égale sans doute pas la difficulté qu'on n'a introduit qu'un seul des deux termes dans le texte.

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Objectivité faible (syn. intersubjectivité).

D'un énoncé: un énoncé est objectif au sens faible s'il est valable pour n'importe quel observateur. Détails page 67. Un énoncé qui n'est objectif qu'au sens faible a en général la forme d'une règle de calcul.

D'une théorie: si elle contient des énoncés qui ne sont objectifs qu'au sens faible.

Objectivité forte

D'un énoncé: un énoncé est objectif au sens fort s'il ne fait aucune référence essentielle à la communauté des observateurs humains (pour le sens ici du mot « essentielle », voir note 48 en page 228).

Objet

Syn. de chose, pages 19, 20, 27, 202. L'objet est alors tenu pour localisé.

Terme opposé à celui de sujet (page 204). Sa signification est alors plus générale.

Propriété (syn. attribut).

Notion définie (voir chapitre 12) soit au moyen de la méthode des définitions partielles, soit par la méthode qui fait appel à la notion de *contrafactualité.* Pour les raisons exposées au chapitre 12 c'est au sens défini par le moyen de la seconde méthode qu'il faut comprendre ce terme dans le présent ouvrage. Pour plus de détails voir référence 9 de la bibliographie (*Let. Epist*. ou *Found. Phys*.).

Réalisme

Conception selon laquelle la notion d'une réalité « indépendante » (c'est-à-dire qui existerait même en l'absence d'observateurs humains) possède un sens et selon laquelle une telle réalité existe bien. Le réalisme s'oppose en particulier à certaines prises de position des positivistes du Cercle de Vienne selon lesquels seules ont un sens les définitions de nature opérationnelle et qui en concluent que ni la proposition selon laquelle la réalité indépendante (ils disent « extérieure ») existe ni celle selon laquelle cette réalité n'existe pas n'ont, en fait, de sens.

Réalisme lointain

Conception selon laquelle les éléments de la réalité ne sont pas tous descriptibles au moyen des concepts qui nous sont proches et familiers. Le réalisme lointain peut être physique (c'est le cas du pythagorisme et en particulier de l'attitude philosophique adoptée par la relativité générale classique) ou non physique (c'est la conception finalement adoptée dans le

présent ouvrage à la suite d'une analyse systématique des faits et théories de la microphysique).

Réalisme non physique (syn. théorie du réel voilé).

Conception selon laquelle il est intrinsèquement impossible de décrire la réalité indépendante telle qu'elle est véritablement, même en faisant appel à des concepts non familiers, tels que par exemple des concepts construits à partir d'algorithmes mathématiques.

Réalisme physique

Conception selon laquelle il est possible de décrire la réalité indépendante telle qu'elle est véritablement, et cela par le moyen de la physique.

Réalisme proche

Tous les éléments fondamentaux de la réalité sont supposés adéquatement décrits par des notions qui nous sont proches et familières ou qui se définissent sans peine à partir de telles notions (exemple : atomisme démocritéen).

Réalité (syn. réalité indépendante, réalité intrinsèque, réalité forte, réalité en soi, être, le réel).

On ne saurait tout définir et la notion que recouvrent les mots « être » ou « existence » doit être considérée comme première. Même l'idéaliste le plus convaincu peut difficilement nier qu'au moment où il parle, lui-même, de quelque manière, *existe.* Et vouloir définir l'existence au moyen de l'observation serait introduire un cercle vicieux car toute observation suppose déjà un observateur existant. D'autre part, c'est une tout autre question que de savoir si tel ou tel concept que l'on s'est formé correspond à quelque chose qui existe véritablement. C'en est encore une autre que de savoir si cela a un sens de parler de quelque chose qui existerait même en l'absence d'observateur humain et ainsi de suite. La notion de réalité indépendante n'a de sens que dans l'hypothèse dans laquelle la réponse à la dernière de ces questions est positive et elle désigne alors ce « quelque chose » dans sa totalité.

Réalité empirique (syn. réalité faible).

C'est l'ensemble des phénomènes. Cet ensemble est structuré par un certain nombre de lois simples qui, dans des conditions appropriées, permettent de les prédire, au moins en probabilité. L'analyse des principes de la physique moderne montre cependant que ces lois ne peuvent être toutes énoncées en termes d'objectivité forte. Il faut donc admettre que

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

la réalité empirique ne coïncide pas avec la réalité indépendante mais que, bien au contraire, elle est en partie apparence, ou, en d'autres termes, que ses structures dépendent pour une part de celles de notre esprit.

Réalité physique

Expression utilisée essentiellement par Einstein et les autres adeptes du réalisme physique (ou par les physiciens qui reprennent pour les critiquer les analyses de ces derniers). Définition page 156.

Réel voilé : voir « réalisme non physique ».

Séparabilité : voir « localité ».

Notes

Présentation

1 (Page VI.) Maurice Merleau-Ponty, *La Nature. Notes – Cours du Collège de France*, Paris, Seuil, 1995, p. 68.

1 Introduction

2 (Page 2.) A. Malraux, *Hôtes de Passage*, Gallimard. L'expérience politique contemporaine a prouvé, d'autre part, aux clercs que les principes du monde qui sont fondés explicitement sur des schémas *a priori* de constitution du réel conduisent aisément à de graves bavures. Il n'est pas impensable qu'une partie au moins de celles-ci soit due au simplisme, et donc à l'inexactitude, de ces schémas.

3 Philosophie de l'expérience

3 (Page 18.) Noter que si l'on tient la philosophie de Kant pour cohérente sa simple existence suffit à créer les éléments d'une alternative puisque, dans la philosophie en question, la causalité n'est rien d'autre qu'un élément *a priori* de l'entendement humain, que nous attribuons à tort aux choses mêmes.

4 (Page 20.) Il est aberrant que la connaissance de *l'existence* de la théorie de la relativité fasse partie de la culture générale (au même titre ou à peu près que la connaissance de l'existence des Pyramides !) et que celle de *l'existence* de la mécanique quantique ne fasse pas partie de cette culture. Que, de la part d'un énarque, d'un P.-D.G. ou d'un professeur de latin, il soit honteux de n'avoir jamais entendu parler de

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

la première et de bon ton ou presque d'ignorer la seconde. Ce simple fait suffirait à jeter le discrédit sur les modalités des choix qui président à l'élaboration de la culture générale.

5 (Page 21.) Les chambres à trace ont de multiples usages, dont on ne considère ici qu'un seul, celui qui les apparente aux cellules photo-électriques.

6 (Page 21.) Tel est le point de départ de la théorie des ondes pilotes de Louis de Broglie.

7 (Page 21.) La théorie obtenue incorpore de façon subtile certaines influences à distance. On dit que les paramètres cachés sont « non locaux ».

8 (Page 21.) Mais sans réaliser la non-localité des paramètres cachés, que prouve la non-séparabilité dont il sera question plus loin.

9 (Page 22.) Ainsi, dans l'exemple ci-dessus décrit, il n'a jamais été possible de prédire en quelle partie de la chambre à trace aura lieu le phénomène d'arrachement de l'électron : et cela pas plus au moyen des théories à paramètres cachés qu'au moyen de n'importe quelle autre. C'est là justement ce qui fait dire que ces paramètres sont soit « cachés », soit inexistants.

10 (Page 23.)… et moins dans d'autres ! Bohr n'est pas un auteur facile, ce qui fait que ses exégètes ne sont pas toujours en accord entre eux.

11 (Page 24.) Dans *Louis de Broglie physicien et penseur*, Albin Michel, p. 46.

12 (Page 24.) L'expérience dite « des fentes de Young » consiste à envoyer un faisceau de particules – des photons par exemple – sur un écran percé de deux fentes rapprochées. Sur un deuxième écran placé au-delà du premier on observe alors des « franges d'interférence », c'est-à-dire des alternances d'ombre et de lumière. Ces franges disparaissent si l'on bouche l'une quelconque des fentes. Ce fait ne peut être que difficilement expliqué si l'on suppose que chaque particule a à chaque instant une position bien précise, car alors chaque particule passe nécessairement par une fente déterminée et l'image observée sur le deuxième écran lorsque les deux fentes sont simultanément ouvertes devrait être une simple superposition de celles obtenues quand l'une ou l'autre est seule ouverte : à moins d'admettre en outre que toute particule passant par l'une des fentes voit d'une certaine manière sa trajectoire influencée par le fait que l'autre fente est ouverte ou fermée, hypothèse qui, dans le cadre de la physique traditionnelle, paraît hautement artificielle.

13 (Page 26.) Par exemple, l'idée qu'aucun objet ne peut être en même temps au même endroit qu'un autre objet.

14 (Page 26.) Le fait qu'il soit possible de définir un *nombre* d'objets indépendamment de leur ordre est découvert par l'enfant en rassemblant – en réalité ou par la pensée – une collection d'objets semblables, en les ordonnant en rangée ou en cercle et en découvrant une relation d'indépendance entre ces deux opérations. J. Piaget, *Psychologie et Épistémologie*, Médiations, Gonthier.

15 (Page 26.) J. Monod, *Le hasard et la nécessité*, Le Seuil.

16 (Page 27.) Dans Einstein, Born, *Correspondance 1916-1955* (Le Seuil).

17 (Page 27.) Expériences qui sont courantes sur les photons. Voir un cours de physique élémentaire.

18 (Page 27.) En fait, on connaît maintenant certains arguments donnant à penser que des solides de masse supérieure à 10^{-14} g environ ne pourraient faire l'objet, même en principe, d'expériences de diffraction. Ces arguments sont fondés sur le fait que la distribution de probabilités de la position du centre de gravité de n'importe quel objet de masse finie est sujette à des fluctuations quantiques dues à l'existence des relations d'incertitude. Or la théorie de la relativité générale fait dépendre la courbure de l'espace – et plus généralement sa « métrique » – de la distribution des masses. Ces entités fluctuent donc. Ceci peut provoquer, entre deux termes d'une superposition linéaire d'ondes de matière, des différences de phase aléatoires appréciables et donc détruire la cohérence. De telles idées ont été développées en particulier par F. Karolyhasi. Voir par exemple A. Frenkel dans *Quantum Mechanics a Half Century Later*, Lopes et Paty éd., Reidel, Dordrecht, 1977.

19 (Page 28.) Du moins dans son contenu littéral. Il est vrai, la philosophie de l'expérience confère bien un sens à certaines affirmations portant sur le passé : à savoir celles qui sont un maillon dans une chaîne hypothético-déductive permettant de faire des prédictions portant sur des observations futures. Mais le sens de telles affirmations est, selon cette théorie, tout entier contenu dans ces prédictions portant sur le futur, c'est-à-dire dans la cohérence qu'elles permettent d'établir dans l'enchaînement des perceptions d'êtres humains actuellement vivants (voir, à ce sujet, page 66).

20 (Page 29.) W. Heisenberg, *La Nature dans la physique contemporaine*, Coll. Idées, Gallimard, Paris (trad. fr.).

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

4 La non-séparabilité

21 (Page 33.) En toute rigueur, l'énoncé devrait être précédé de la spécification : « Avec une probabilité qui approche de l'unité. »

22 (Page 34.) Voir référence 1 de la bibliographie.

23 (Page 34.) On la doit à Descartes. Berkeley et Hume l'ont redécouverte et mise en valeur.

24 (Page 37.) Quand on a affaire comme dans ce chapitre à une argumentation en plusieurs étapes il est parfois utile, pour garder le fil du raisonnement bien présent à l'esprit, de résumer certaines de ces étapes par des arguments intuitifs mais rapides. En ce qui concerne l'étape que décrit le présent paragraphe ses conclusions peuvent être ainsi intuitivement mais rapidement atteintes : après qu'a composé celui des jumeaux qui passe l'examen en premier, son examinateur connaît d'avance le résultat qu'obtiendra l'autre. Ce résultat est donc prédéterminé. C'est-à-dire que ce second candidat a, à l'avance, une aptitude précise soit à réussir, soit à échouer, aptitude que l'épreuve révélera de façon fidèle. S'il n'y a pas eu fraude, cette aptitude, il devrait manifestement déjà l'avoir avant que ne compose son frère. L'ordre dans lequel composent les deux frères pouvant être choisi à la dernière minute, ceci montre bien que les deux frères ont chacun des aptitudes précises, que les examens qu'ils subiront ne feront que révéler. C'est là l'essentiel de ce que le présent paragraphe vise à établir. Le lecteur que rebuteraient les argumentations complexes pourra, dans une première lecture, se contenter du contenu de cette note et passer tout de suite au paragraphe suivant, qui démontre le théorème fondamental à partir de ce résultat.

25 (Page 37.) L'adverbe « fidèlement » doit être compris comme suit : il est concevable que, dans l'université en question, certains enseignements soient mauvais et que donc le succès à un examen, disons de latin, ne garantisse pas l'aptitude du candidat à parler latin. Même dans ce cas, cependant, certaines aptitudes précises sont, d'après notre analyse, *fidèlement* reflétées par les résultats : à savoir les aptitudes à réussir ou à échouer aux examens de latin tels qu'ils sont – et continueront à être – pratiqués dans l'université considérée. Or, dans notre raisonnement c'est exclusivement de telles aptitudes qu'il s'agit.

26 (Page 39.) Il est à noter qu'en toute rigueur ce résultat n'est vrai que grâce à la condition énoncée ci-dessus que les étudiants ne peuvent même informer leur frère du résultat du *tirage au sort* de la nature de l'examen qu'ils doivent subir. On pourrait concevoir en effet une population d'étudiants animés d'un très fort amour fraternel et qui, d'autre part, n'auraient en chinois que des connaissances imparfaites ne garantissant à aucun ni le succès ni l'échec. De tels étudiants n'ont par hypothèse aucune aptitude précise à la réussite ou à l'échec en chinois mais, si la condition que l'on vient de rappeler n'était pas satisfaite, il pourrait arriver que les étudiants soient tous informés de la nature de l'épreuve que leur frère a tiré au sort et que tous ceux qui apprennent que leur frère a eu la malchance de tirer la (difficile) matière « chinois » soient si affectés et troublés par une telle nouvelle qu'ils en échouent à leur propre examen. Les résultats feraient alors apparaître une corrélation stricte (échec général) au sein de l'ensemble des couples dont les deux éléments tirent la matière « chinois » : mais ce serait évidemment à tort que l'on interpréterait une telle corrélation comme révélatrice de l'existence préalable d'une aptitude (négative) précise chez les étudiants. La condition qui stipule que les étudiants ne peuvent informer leur frère du résultat du tirage au sort qu'ils ont fait élimine cette lacune dans l'argumentation : si nul n'a réussi, c'est que, pour des raisons d'émotivité ou pour toute autre, personne n'avait *l'aptitude* à la réussite (de telles analyses critiques, qui paraissent saugrenues dans la présente analogie, ne doivent pas être omises quand il s'agit du problème physique réel, dont il sera question plus loin).

27 (Page 39.) « Toujours » signifiant : depuis que des archives existent.

28 (Page 40.) « Statistiquement » signifie « aux fluctuations près ». On sait qu'il est toujours possible de réduire autant qu'on le veut l'importance relative de telles fluctuations en augmentant le nombre total d'éléments en jeu.

29 (Page 43.) Aucun signal ne va plus vite que la lumière. C'est là un principe de la théorie de la relativité qui a jusqu'ici toujours été vérifié par l'expérience.

30 (Page 46.) Note à la 3e édition : ces efforts ont maintenant heureusement abouti, voir référence 10 de la bibliographie.

31 (Page 47.) Voir page 34.

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

32 (Page 48.) Ici et dans la fin de ce chapitre l'usage de quelques termes particuliers au vocabulaire scientifique ne peut malheureusement être évité. Il s'agit du mot « vecteur », du mot « spin » et de l'expression « composante de spin selon une direction déterminée ».

La notion de *vecteur* est pour le physicien extrêmement simple. Il s'agit d'une petite flèche, que, si l'on veut, on peut se représenter comme un objet matériel possédant dans l'espace une direction déterminée. De façon générale, un vecteur est aussi caractérisé par sa longueur mais souvent les vecteurs utilisés serviront simplement à préciser une direction et leurs longueurs n'auront donc pas à être prises en considération. Quant à la *composante* d'un vecteur sur une direction donnée, il s'agit d'une quantité numérique, égale à la longueur de la projection du vecteur sur cette direction (et affectée d'un signe approprié). Ainsi, par exemple, la composante de l'hypoténuse (orientée) d'une équerre sur la direction définie par un des côtés de l'angle droit est (toute question de signe mise à part) égale à la longueur de ce côté.

La notion de *spin* est plus délicate. On peut l'introduire par l'intermédiaire de celle de *moment cinétique propre*. Lorsqu'un corps tourne sur lui-même autour d'un axe, comme, par exemple, le fait la Terre en vingt-quatre heures autour de l'axe que détermine la ligne des pôles, il est commode de caractériser son mouvement par un vecteur porté par l'axe dont il s'agit, dont le sens sur cet axe est déterminé par le sens de la rotation et dont la longueur est fixée par la rapidité de cette dernière. Un tel vecteur s'appelle « moment cinétique propre ».

Beaucoup de particules élémentaires manifestent à l'expérience des propriétés remarquables qui les font ressembler à certains égards – mais à certains égards seulement – à des objets macroscopiques doués d'un moment cinétique propre. On dit que ces particules *possèdent un spin*. Il est commode de se représenter le spin comme un vecteur porté par la particule en question. Mais l'analogie avec le moment cinétique propre des objets macroscopiques ne doit pas être poussée trop loin. Ainsi, par exemple, il existe des dispositifs de mesure, appelés « appareils de Stern et Gerlach », que l'on peut orienter dans telle ou telle direction et qui permettent de mesurer une quantité que – pour des raisons théoriques qu'il serait trop long d'exposer – on est amené à interpréter comme étant

la *composante du vecteur* spin sur la direction selon laquelle l'appareil de Stern et Gerlach est orienté. Toutefois (et c'est là que l'identification du spin à un vecteur de type classique fait défaut), les nombres ainsi obtenus ne peuvent jamais être que certains multiples entiers d'une même quantité, dépendant du type de particules étudié : et cela quelle que soit l'orientation de l'appareil.

33 (Page 49.) … et – soyons très précis ! – en tenant compte de certaines symétries qui, en quelque sorte, vont de soi. En particulier l'expérience est supposée faite d'une manière qui – dans le langage du texte – revient à garantir ceci : le fait que dans une même paire ce soit tel barreau plutôt que son partenaire qui se meuve, disons, vers la droite, ne dépend pas de l'orientation initiale de cette paire dans l'espace.

34 (Page 49.) La démonstration est tout à fait semblable à celle ci-dessus décrite et concernant les cas de corrélations strictes positives. Le lecteur la reconstituera très aisément. S'il décide de se livrer à cet exercice, il tiendra compte du fait qu'un résultat positif relatif à l'un des barreaux correspond ici à une « aptitude » de l'autre à un résultat négatif : et il raisonnera sur deux « aptitudes » d'un même barreau, en tenant compte des symétries. Voir aussi appendice 1 et référence 9 de la bibliographie (*Pour la science*).

35 (Page 49.) On montre qu'il suffit pour cela d'envoyer un faisceau de protons – créé par exemple par un accélérateur de type Van de Graaf – sur une cible matérielle contenant une forte proportion d'hydrogène, en prenant soin d'impartir aux protons du faisceau une vitesse suffisamment faible.

36 (Page 49.) La raison pour laquelle on parle alors « d'état de spin total nul » est que chaque proton est considéré comme ayant un spin, parallèle à son vecteur aimantation, et que, dans l'état en question, la somme vectorielle de ces spins est nulle. Cependant, les protons sont des particules microscopiques, qui n'obéissent pas aux lois de la mécanique habituelle, et la notion d'un petit vecteur spin attaché à chaque proton ne doit pas, on l'a vu, être prise trop à la lettre, surtout quand par la suite on parle des composantes de ces vecteurs.

37 (Page 51.) Pris à la lettre, le résultat que j'énonce ici est celui qui serait obtenu avec un montage idéal et des appareils détecteurs qui seraient parfaits. Pour tenir mieux compte des imperfections qui existent on

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

est amené à remplacer l'inégalité décrite dans le théorème par une inégalité plus compliquée mais ayant essentiellement la même origine. Et c'est cette nouvelle inégalité dont la violation est constatée pour certaines orientations relatives des appareils. Voir référence 2 de la bibliographie.

38 (Page 51.) Et hors aussi celle de la possibilité de choix d'échantillons représentatifs. Mais cette dernière hypothèse est générale et commune à toutes les branches de la recherche scientifique et technique.

39 (Page 52.) Indirectes, c'est-à-dire mettant en jeu une causalité « normale » plus une autre, *dirigée vers le passé.* Il existe des arguments pour et contre une telle idée. Bien entendu on peut directement remplacer la notion de telles influences par l'idée que les deux systèmes physiques mesurés n'en forment qu'un seul, qui, contrairement à tous les systèmes physiques étendus que nous connaissons, serait « non-séparable » même par la pensée.

40 (Page 53.) C'est pourquoi la non-séparabilité a été une découverte théorique avant d'être une découverte expérimentale.

41 (Page 54.) On peut noter incidemment que les expériences dont il s'agit constituent un test précieux de la mécanique quantique valable pour des distances macroscopiques. On voit dès lors combien il serait faux de dire – comme on l'a parfois prétendu – que cette mécanique n'est applicable qu'à des phénomènes mettant en jeu des distances d'ordre atomique ; que « ce qui détermine la loi, c'est *l'échelle* ».

42 (Page 55.) C'est là bien entendu une comparaison. En physique, l'influence à distance que l'on invoquera entre instrument et système n'aura *a priori* aucune raison de se rapprocher d'un phénomène télépathique.

43 (Page 56.) Les mesures dont il s'agit dans ces expériences ont chacune lieu – comme en principe toute mesure – en un endroit donné à un instant donné. Elles sont donc de ces entités que, en physique, on appelle des « événements ». On voit bien dès lors qu'il serait tout a fait inexact de prétendre évacuer la non-séparabilité simplement en faisant appel à je ne sais quel passage du statique au dynamique ou, en d'autres termes, en transférant aux événements le statut ontologique privilégié que l'ancienne physique conférait aux objets. Ce sont les événements eux-mêmes, ou tout au moins certains d'entre eux, qui se trouvent affectés par la non-séparabilité, et cela de telle

manière que le concept d'événement se trouve en nécessité d'être relativisé et affiné.

De même, il serait tout à fait chimérique de prétendre évacuer la non-séparabilité par le simple abandon – au profit des concepts d'onde ou de champ – de la notion de particule. Une théorie purement ondulatoire mais classique, telle que l'électromagnétisme de Maxwell, est une théorie dans laquelle les phénomènes de corrélation stricte du type de ceux considérés dans ce chapitre satisfont, s'il en existe, aux conditions du théorème. Essentiellement, ceci tient au fait que, dans toutes les théories ondulatoires (ou « des champs ») *classiques*, cela a un sens de parler de la valeur d'un champ donné en un point donné de l'espace-temps. Les faits ici rapportés constituent donc une indication expérimentale – exempte de référence à aucune interprétation théorique particulière ! – en faveur de l'abandon de toute tentative de théorie générale dont les ultimes éléments constitutifs (au sens d'entités réellement existantes) seraient des champs de cette nature (en théorie *quantique* des champs, ce n'est pas le cas comme on le sait : voir chapitre 9).

44 (Page 56.) La question suivante est parfois posée : « Cette non-séparabilité – que la mécanique quantique introduit de façon formelle et que les expériences ci-dessus décrites vérifient être « dans les choses » – est-elle vraiment une donnée aussi nouvelle qu'on affirme ici qu'elle l'est ? Ne pouvait-on déjà en trouver certaines manifestations au sein de la physique traditionnelle ? Ainsi, par exemple, l'énergie totale (cinétique plus potentielle) d'un système composé et étendu n'est-elle pas déjà une entité non séparable ? »

À cette question, il convient de répondre comme suit. Considérons, par exemple, une étoile double. Il est vrai que si l'énergie cinétique de ce système est séparable, son énergie potentielle en revanche ne l'est pas. Elle est possédée d'une manière indivisible par les deux étoiles composantes. Toutefois, imaginons que ce système explose. Progressivement, les deux étoiles s'éloignent l'une de l'autre à l'infini. Dans ce processus, leur énergie d'interaction diminue et tend vers zéro. Si petit que soit le nombre « epsilon » choisi arbitrairement d'avance, on peut toujours trouver une distance L telle que, quand celle existant en fait entre les deux étoiles en vient à excéder la longueur L, l'énergie d'interaction devient inférieure à epsilon.

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

À ce moment-là on peut (au moins) dire que les deux étoiles constituent un système « séparable à epsilon près ». Au contraire, dans le cas des deux protons dont il est question dans le texte, la distance, on l'a dit, n'est pas en jeu. L'inégalité du théorème est aussi fortement violée quand les mesures sont faites sur des protons déjà éloignés l'un de l'autre que quand elles sont faites sur des protons encore voisins. La situation est ici, on le voit, toute différente de ce qu'elle est dans le cas classique ci-dessus décrit. Aussi est-il très raisonnable de réserver le mot de « non-séparabilité » pour la description des situations non classiques du type de celle décrite dans le texte, où la distance n'arrange rien. Et dans ces conditions la réponse à la question ci-dessus posée est bien que la non-séparabilité est une notion nouvelle, dont la possibilité a fait pour la première fois son apparition lors de l'avènement de la mécanique quantique et dont la réalité objective n'est expérimentalement vérifiée que par les récentes expériences auxquelles le texte fait allusion.

45 (Page 56.) Bohr n'a pas connu les *résultats* des expériences. Mais il a eu l'occasion de discuter certaines « expériences de pensée » assez similaires, proposées antérieurement par Einstein, Podolsky et Rosen. Il connaissait les résultats prédits par la théorie quantique. Sa discussion est donc expérimentalement bien fondée puisque, encore une fois, les résultats fournis par les expériences réelles ont confirmé ces prédictions.

6 Commentaires sur le scientisme

46 (Page 66.) Dunod, Paris.

47 (Page 66.) L'auteur poursuit en notant que les énoncés de la théorie quantique telle qu'on l'enseigne se mettent au contraire sous une forme qui fait référence à nos perceptions ou nos instruments. Cependant, à l'instar des autres auteurs de traités de microphysique, il s'abstient d'aborder le problème ainsi repéré.

48 (Page 68.) L'usage, ici, du qualificatif « essentielle » demande peut-être des explications. Sa présence dans le texte est une allusion volontairement schématique au fait incontestable – et bien connu des philosophes – que tout énoncé est fait de mots, que ces mots expriment des concepts et que ces concepts reflètent nécessairement l'expérience

humaine dont ils procèdent. Une telle constatation pourrait inciter certains lecteurs à estimer que, finalement, il n'existe pas d'énoncés qui soient, en toute rigueur, objectifs en un sens qui ne serait pas celui ici qualifié de « faible ». L'objectivité forte, ou bien se confondrait avec la faible, ou bien ne serait qu'une vue de l'esprit.

Je ne pense pas, personnellement, que la conclusion soit exacte. Plus précisément, j'estime que *pour un partisan* (conscient ou inconscient) du *réalisme physique*, elle ne suit pas des prémisses. En effet, un tel réaliste croit par définition à l'existence réelle des entités auxquelles se réfèrent certains au moins des mots scientifiques qu'il utilise. Pour prendre un exemple, considérons l'énoncé de mécanique céleste qu'exprime la phrase : « Deux objets isolés dans l'espace de tous les autres éprouvent chacun une accélération inversement proportionnelle au carré de la distance qui les sépare. » Il est bien exact que dans cet énoncé (volontairement simplifié quant à des détails qui sont ici sans importance) des mots tels que « distance » et « accélération » expriment des concepts que nous, êtres humains, ne possédons que grâce à l'expérience et à la réflexion *humaines*. En d'autres termes, ce sont ce que l'on appelle des « construits » (et le second des deux est même un construit assez élaboré et, en fin de compte, fort récent). Il n'empêche : le partisan du réalisme physique – comme la plupart des partisans du réalisme – croit, par définition de son option philosophique, que cela a un sens de parler d'entités existant réellement, tout à fait indépendamment de l'existence de tout observateur réel ou potentiel. S'agissant de l'énoncé pris ici en exemple il n'a donc le choix qu'entre deux options. Ou bien il considère que la distance et l'accélération qui y sont mentionnées sont effectivement de telles entités (à chaque instant les deux objets considérés occupent effectivement des lieux différents et ont effectivement le mouvement accéléré dont il s'agit). Alors l'énoncé est bien objectif au sens fort et non pas seulement au sens faible. Ou bien il considère que la distance ou l'accélération ou les deux à la fois ne sont pas entités existant réellement indépendamment de tout observateur (et les objets auxquels elles se rapportent probablement pas davantage). Dans ce deuxième cas, il est vrai, l'énoncé en question n'est, pour ce réaliste, objectif que dans le sens faible mais,

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

concomitamment, s'il est cohérent dans son réalisme physique, il se trouve forcé d'approfondir la question qui se pose alors à lui : puisque par hypothèse la nature possède une réalité indépendante de tout observateur et puisque la science a pour but de décrire cette réalité notre homme doit chercher à découvrir ce niveau plus profond de réalité et à le décrire au moyen d'énoncés portant effectivement sur lui et donc objectifs au sens fort. S'il n'y parvient pas il devra espérer que d'autres y parviendront. Se satisfaire d'énoncés dont l'objectivité est seulement faible, c'est, pour lui, se payer de mots (voir également, chapitre 11, « La "ligne droite" des philosophes »).
Inversement, pourrait-on chercher à ramener l'objectivité faible à l'objectivité forte ? La réponse est que cela dépend de la nature des énoncés. Tout énoncé objectif au sens fort peut certes être remplacé par un autre énoncé qui n'est objectif qu'au sens faible. Il suffit de substituer à des expressions telles que « la grandeur A vaut *a* » des expressions du type « si on mesure A on trouve *a* ». Mais la réciproque n'est pas vraie. En ce qui concerne, en particulier, les énoncés de la mécanique quantique élémentaire il en est au moins un, celui concernant la probabilité d'obtenir tel ou tel résultat si on fait telle ou telle mesure (ceci à l'usage des experts) qu'il est très difficile de remplacer par un énoncé objectif au sens fort. Ce nouvel énoncé devrait en effet – pour ne pas conduire à des conséquences inexactes – faire référence soit à l'Univers tout entier, soit à la notion d'instrument de mesure. Or les tentatives qui ont été faites pour ramener cette dernière notion (dans ce qu'elle a de caractéristique pour le problème qui nous occupe) à la notion de système macroscopique sont intéressantes sans aucun doute. Mais elles sont d'une complexité qui suffit à elle seule à faire douter, néanmoins, de leur pertinence, car il serait au moins déconcertant que les lois les plus fondamentales de l'Univers cachent de telles inextricables complications sous leur apparente élégance (voir également à ce sujet au chapitre 11, « La diversion macroscopique »).

49 (Page 69.) Pour peu que l'on réfléchisse, on s'aperçoit qu'un tel postulat de « localité » est bien inhérent à toute vision multitudiniste : sa négation, en effet, conduirait à admettre des effets de totalité qu'il est précisément dans l'esprit de la conception multitudiniste de refuser.

50 (Page 70.) À cet égard, il ne faut pas minimiser la valeur des indications fournies depuis longtemps par l'étude du problème de l'irréversibilité. La définition usuelle de l'entropie n'est en effet certainement pas objective au sens fort car elle se réfère à notre ignorance des détails. Il est vrai que les physiciens contemporains ont cherché à éliminer au moins les aspects trop visibles de ce « défaut », et que leurs efforts n'ont pas été vains. Des modèles de systèmes macroscopiques « infinis » ont été introduits (voir chapitre 11) pour lesquels ont été fournies des preuves d'existence d'une entropie définissable sans référence à notre ignorance des détails. Mais il s'agit dans tous les cas d'une entropie assez formelle et de modèles qui, dans le cadre du réalisme scientiste, ne peuvent être considérés comme des approximations du réel (voir note 78 en page 238).

7 Les objections d'Einstein à la philosophie de l'expérience

51 (Page 73.) A. Einstein dans *Louis de Broglie, physicien et penseur*, Albin Michel, Paris, 1953.

52 (Page 74.) Voir définition page 68.

53 (Page 74.) La fonction d'onde est l'ingrédient mathématique de base de la mécanique quantique élémentaire. Le carré de son module donne la probabilité de trouver les constituants du système physique considéré en des positions spécifiées.

54 (Page 74.) Si je veux décrire un rectangle mais n'en indique que la longueur, ma description est incomplète. De même, les descriptions de la thermodynamique, qui ne fournissent que les grandeurs macroscopiques et les densités de répartition relatives aux molécules, mais non les positions ni les vitesses de chacune de ces dernières, sont des descriptions que tous les physiciens reconnaissent être *incomplètes.*

55 (Page 76.) In *L'Évolution créatrice*, Alcan, Paris.

56 (Page 80.) En fait, leur argument est *semblable* mais non *identique* à celui qu'on vient d'exposer.

57 (Page 81.) Certes, admettait Bohr, il n'est pas question d'une perturbation *mécanique* de (dans cet exemple) la femelle par le test conduit

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

sur le mâle. Mais, soulignait-il, cela n'élimine pas (au moins dans le cas quantique) l'existence d'une influence de ce test « sur les conditions mêmes qui définissent les types possibles de prédictions concernant le comportement futur » de la femelle. Et ces « conditions constituent un élément intrinsèque de la description de tout phénomène auquel l'expression *réalité physique* puisse être attachée ». Indirectement Bohr semble admettre par là que certains éléments de description de la réalité physique que nous – observateurs externes – convenons ici d'appeler « la femelle » puissent être influencés à distance par le test conduit sur le mâle. (N. Bohr, *Phys. Rev. 48*, 696 (1935).)

58 (Page 81.) A. Einstein in *Albert Einstein, Philosopher Scientist*, P.A. Schlipp éd., Evanston, États-Unis.

59 (Page 82.) Dans ce même esprit, il convient de noter les points suivants. Assurément, la philosophie de l'expérience n'est pas seulement, à l'heure actuelle, une référence commode pour le *physicien* en quête d'arguments propres à résoudre (ou tout au moins à écarter) certaines difficultés brûlantes. Sous les noms de « philosophie analytique » ou de « philosophie anglo-saxonne », la philosophie en question est également étudiée pour elle-même, indépendamment de la physique, par des philosophes qui y consacrent leurs recherches. Ces dernières offrent un intérêt très considérable. Cependant, leur dynamique propre les entraîne vers des conceptions qui, un peu comme celles, tout opposées, du scientisme banal, présentent certains traits à l'égard desquels le physicien moderne ne peut qu'exprimer d'expresses réserves. Je pense en particulier au *pluralisme* qui, quand on va au fond des problèmes, est très caractéristique des conceptions dont il s'agit. Ce fait est, par exemple, manifeste dans une des définitions du concept de « chose » qui a le plus la faveur de tels philosophes : « Les choses – disent-ils volontiers – ne sont rien d'autre que les *séries d'aspects* qui obéissent aux lois de la physique. » Ce qui signifie qu'une table, par exemple, n'est rien qu'un ensemble d'appréhensions diverses, concomitantes ou successives, qu'il est possible d'avoir et qui se trouvent satisfaire à certaines régularités. Même si l'on fait abstraction du primat de la conscience des observateurs qu'une telle définition semble inévitablement impliquer – et qui peut, à bon droit, paraître appeler au moins une discussion ! –, on ne

peut pas ne pas noter que selon la définition en question tout objet est une multitude : à savoir celle de ses *aspects.* Et même que plus l'objet est simple, plus la multitude est immense et complexe, car les « aspects » possibles d'un électron demandent, pour être conçus, l'idée d'une infinité d'instruments de mesure, tous composés eux-mêmes, en particulier, d'électrons. Cette prolifération incontrôlable d'éléments de base de la théorie ne peut que laisser les physiciens très perplexes, eux qui, au contraire, ont toujours cherché, et fort longtemps avec succès, à mieux discerner la simplicité profonde du réel sous la complexité des apparences. Je sais gré à A. Shimony d'avoir attiré mon attention sur la pertinence de telles objections.

9 Réel voilé

60 (Page 97.) Voir page 29.

61 (Page 98.) Dites « vecteurs d'état ». Noter que ce qui, ci-dessous, concerne la notion de vecteur d'état en théorie des champs quantiques (ce paragraphe et le suivant) se réfère à un aspect élaboré et délicat – très subtil même, pour dire le mot – de la physique théorique : un aspect que lors d'un tout premier contact il pourrait même à la limite être indiqué de négliger. Cela n'empêcherait pas – au contraire même peut-être ! – d'appréhender les grandes lignes du présent sujet : celles que déjà révèle l'étude de la notion, plus simple, de « fonction d'onde » (pages 100 et suiv.).

62 (Page 100.) Voir *The Many Worlds Interpretation of Quantum Mechanics*, B. De Witt et N. Graham éd., Princeton Series in Physics, 1973.

63 (Page 101.) Voir par exemple E.P. Wigner, *Symmetries and Reflections*, Indiana.

64 (Page 102.) Sauf éventuellement pour des objets de vitesse si mal définie que l'objection tombe d'elle-même.

65 (Page 103.) Voir par exemple L. de Broglie, dans *Rapports et discussions du cinquième conseil de physique Solvay*, H. A. Lorentz éd. (Gauthier-Villars, 1928), D. Bohm, *Phys. Rev., 85* (1952), 166.

66 (Page 105.) Voir note 63, les variables « cachées » étant les « consciences ».

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

67 (Page 107.) Il s'agit ici principalement des modèles de Wiener et Siegel et de Bohm et Bub ainsi que de l'expérience de Papaliolios. Voir par exemple F.J. Belinfante, *A Survey of Hidden Variables Theories*, Pergamon Oxford, 1973, où l'on trouvera des références plus complètes.

68 (Page 119.) V. Delbos, *Le Spinozisme*, Vrin, Paris, 1968.

69 (Page 119.) D'autres auteurs aussi peuvent efficacement nous aider dans une démarche affective si essentielle : Teilhard de Chardin par exemple. Le penseur qui évoqua si bien « la trace et la nostalgie d'un Support unique et d'une Âme absolue, d'une réalité synthétique qui serait aussi stable et aussi universelle que la matière, aussi simple que l'esprit » (*Hymne à l'Univers*, Seuil, p. 105) eut en effet des accents émouvants pour faire sentir la joie de l'homme à découvrir l'idée qu'un tel Objet puisse exister. Peut-être convient-il dès lors que soit précisé ici en quelques mots ce qui me sépare comme aussi ce qui me rapproche de la pensée teilhardienne. Comme beaucoup de nos contemporains immédiats, je trouve difficile de privilégier autant qu'elle le fait avenir et finalité. Il m'est malaisé de concevoir qu'à la « fin des temps » la réalité empirique *s'accomplira* en réalité intrinsèque, alors que d'autre part cette dernière réalité est éternelle par hypothèse. L'idée me paraît tout au moins ambiguë. L'entendrais-je, d'ailleurs, clairement que, même alors, j'hésiterais à ériger trop vite en certitude une supposition si manifestement conforme à nos désirs. C'est là tout l'essentiel de ma réserve. Mais d'un autre côté, dans la mesure où la réalité temporelle empirique contient l'ensemble de ce que nous pouvons appréhender avec une vraie assurance, l'importance qu'on lui attache est à mes yeux – et comme on va le voir – très légitime. À ce titre, les philosophies de l'évolution me paraissent contenir des éléments de vérité profonde. Celles surtout qui renouvellent les interrogations essentielles et qui, comme celle de Teilhard, parviennent en partie par là à réconcilier l'intelligence avec le désir et le cœur.
Noter que si, au contraire, on recherche une vision théologique mais non « évolutionniste », on pourra consulter P. Philippe, *Le Royaume des Cieux* (Fayard).

70 (Page 121.) À propos du choix en question il resterait en dernier lieu à répondre à des objections plus techniques que la notion même de « réel voilé » ou de « réalisme non physique » peut aisément faire

naître dans l'esprit de certains épistémologues. Il est bien certain en effet que, auprès, par exemple, de la plupart des représentants qualifiés de l'actuelle « philosophie anglo-saxonne » – laquelle est aujourd'hui porteuse de ce qui demeure vivant dans le message positiviste –, une telle notion doit *a priori* susciter de graves réserves. La philosophie en question ne condamne-t-elle pas, et au nom d'arguments valables, le réalisme métaphysique ? Et le réalisme métaphysique n'est-il pas très proche du réalisme non physique ici introduit ?

Pas plus qu'en ce qui concerne la physique, ce n'est le lieu d'entrer, sur ce sujet, dans des développements trop spécialisés. Je ferai seulement observer qu'en définitive les réserves dont il s'agit sont principalement fondées sur une ambiguïté de l'expression « réalisme métaphysique ». *A priori,* cette expression peut effectivement être employée pour désigner une conception du réel très voisine de la conception du « réel voilé », c'est-à-dire une conception dans laquelle la notion d'une réalité indépendante est considérée comme lointaine et même comme presque inconnaissable. (Si en effet le postulat de son existence est utile pour rendre compte de l'existence des régularités des phénomènes, il ne nous permet d'inférer rien de sûr quant à ce que l'étude de ces derniers peut nous apprendre concernant cette réalité.) Mais tel n'est pas le sens que la philosophie anglo-saxonne donne à l'expression « réalisme métaphysique » quand elle vise à réfuter la conception qu'elle désigne par ces mots. Ce qu'elle entend par là, c'est au contraire une théorie dans laquelle l'homme est supposé capable d'acquérir des certitudes véritables et détaillées touchant une réalité supposée totalement indépendante de lui-même. Et il est vrai qu'une telle conception peut, à tout le moins, être soumise au feu de la critique. Ainsi, par exemple, on peut essayer de démontrer l'impossibilité d'une preuve certaine du fait que telle description de tel ou tel élément de cette réalité est plus exacte que telle autre. Certaines tentatives de généralisation d'un théorème célèbre de logique des mathématiques – dû à Gödel – sont parfois proposées à cet effet. Elles conduisent aisément à inférer que la définition du vrai comme « adéquation entre l'intellect et la chose » n'est pas tenable. Mais – s'agissant de vérités partielles et précises –, une telle conclusion, bien loin de réfuter la conception

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

du réel voilé, est au contraire tout à fait conforme à son esprit. Et, plus généralement, on voit à l'évidence que le réalisme métaphysique que l'on tente de cette manière de réfuter est d'une variété toute différente de celles que l'on pourrait tenter d'identifier au réalisme non physique ici considéré.

Une autre objection peut alors, il est vrai, être formulée par les philosophes en question, portant cette fois sur le caractère prétendument arbitraire du postulat d'une réalité indépendante qui serait *à ce point inconnaissable* de façon sûre. Contrairement à la précédente c'est là une objection qui ne peut être réfutée par l'analyse. L'appréciation de ce qui est « arbitraire » et de ce qui ne l'est pas semble dépendre, dans une certaine mesure, du tempérament de chacun. Les personnes qui ne considèrent comme significatives que les questions débutant par le mot « comment » et qui donc tiennent pour privées de sens toutes celles basées sur un « pourquoi » ont raison, de leur point de vue, de prendre au sérieux l'objection dont il s'agit. Celles qui se demandent pourquoi il existe des régularités dans les phénomènes observés par notre subjectivité (et qui donc considèrent que cette question-là au moins, bien que fondée sur un « pourquoi », possède un sens) ont besoin du concept d'une réalité indépendante. La physique leur interdisant quasiment – on l'a vu – d'en faire une réalité « proche » et « descriptible par la physique », un réalisme « lointain » et « non physique » loin d'être « arbitraire » n'est-il pas pour elles la seule solution disponible ?

10 Mythes et modèles

71 (Page 126.) L'interprétation par variables cachées permet assurément de restaurer l'objectivité forte, comme il a été signalé plus haut. Mais dans ce cadre la description planétaire n'est plus valable, le calcul montrant que l'électron demeure fixe ! D. Bohm, *Phys. Rev. 85*, 166, 180 (1952).

72 (Page 135.) En fait, c'est ici un sujet si vaste et touchant à tant d'inconnu qu'il y faudrait nuancer à l'infini des affirmations de ce genre. Ainsi, par exemple, la science quantitative des phénomènes hors d'équilibre, des structures dissipatives, des macromolécules n'en

est semble-t-il qu'à ses débuts. Elle ne permet guère encore que des évaluations très grossières concernant la probabilité de l'apparition des organismes vivants complexes dans l'Univers. Dans l'état actuel de nos connaissances, il est ainsi risqué de refuser d'une manière péremptoire toute valeur « explicative des phénomènes » au mythe de l'amour divin créateur de formes. C'est donc un domaine où l'on doit apprendre à prononcer quatre ou cinq mots quelquefois difficiles à dire : ceux qui composent les petites phrases « je ne sais pas » ou « … pas encore ».

73 (Page 135.) En ce qui concerne la religion chrétienne il semble légitime d'en décrire les grandes lignes de la façon suivante. On commence par considérer l'ensemble constitué par les phénomènes de conscience, sensations, plaisirs, peines, sentiments, qui trouvent dans l'homme le lieu de leur plus grande intensité. À l'ensemble ainsi défini on peut donner le nom de « cœur de l'homme ». La divinité de Jésus est alors l'hypothèse selon laquelle le « cœur de l'homme », en ce qu'il a de « bon » (une notion qu'il faudrait spécifier à part), est une entité qui dépasse chaque homme individuel, « coiffe », si l'on peut dire, l'ensemble de ceux-ci, et rejoint, mystérieusement, l'Être. Il est clair qu'une hypothèse de ce genre n'est pas de l'ordre des hypothèses scientifiques. Elle ne vise pas l'explication des phénomènes, et leur prédiction moins encore. Elle est toutefois du type de celles qui sont susceptibles d'entrouvrir à l'homme une perspective vers l'Être qui, pour énigmatique qu'elle soit, l'aide positivement à se situer en relation à celui-ci et peut légitimement être supposée juste.

74 (Page 138.) Voir par exemple, du même auteur, *Conceptual Foundations of Quantum Mechanics* 2[e] éd., Addison-Wesley Benjamin, Reading ; 4[e] éd., Perseus Books, Reading, Mass., 1999, États-Unis.

75 (Page 141.) C.N. Villars, *An organic view of Nature*, non publié.

11 Science et philosophie

76 (Page 146.) On ne le répétera jamais trop : sur les problèmes de nature purement mathématique l'accord des spécialistes est toujours – par définition ! – facilement réalisé. L'inexistence d'un accord total concernant la question ici soulevée est donc une donnée intéressante. Elle

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

montre bien qu'il s'agit d'un problème intrinsèquement difficile et qui transcende tout à fait le simple niveau du maniement des symboles mathématiques, bien que ce maniement joue un rôle irremplaçable dans l'étude de telles questions.

Éléments essentiels d'une discussion approfondie, les thèmes abordés dans ce qui suit n'ont en revanche qu'une portée relativement faible au plan des idées générales. La tentative d'exploration d'ensemble de ces dernières à la lumière de la physique est reprise au chapitre 13.

77 (Page 149.) Ce qui signifie qu'il serait capable de mesurer autant de grandeurs physiques distinctes qu'il y a, dans la théorie, de combinaisons de symboles mathématiques du type de celles que la théorie en question fait en général correspondre aux grandeurs physiques.

78 (Page 149.) On pourrait faire les mêmes remarques à propos de l'irréversibilité. Sans entrer dans le détail de ce très complexe problème, on peut en effet noter que, pour le démon dont il s'agit, l'irréversibilité serait un phénomène à certains égards beaucoup moins net qu'il ne l'est pour nous. Ici aussi il n'est pas question de nier la réalité des corrélations complexes auxquelles – contrairement à nous – le démon serait sensible et qui rendrait l'irréversibilité de – par exemple – l'interpénétration de deux fluides bien moins significative à ses yeux qu'aux nôtres.

79 (Page 154.) Voir par exemple I. Prigogine in *Connaissance scientifique et philosophie* (Éd. : Académie royale de Belgique). Ce texte contient d'autres références du même auteur.

Voir aussi I. Prigogine et I. Stengers in *La Nouvelle Alliance* (Gallimard).

80 (Page 155.) Voir par exemple *La Nostalgie de l'Être*, PUF.

81 (Page 156.) F. Alquié, *op. cit.*

82 (Page 157.) Voir chapitre 12.

83 (Page 159.) Je suis conscient du fait que le philosophe peut avancer des arguments de poids tendant à réfuter l'usage ici fait de la notion de probabilité. Celle-ci est en effet fondée sur l'induction : on ne devrait donc l'appliquer qu'à des phénomènes répétables. C'est là ce qui justifie la suspicion où les philosophes tiennent ce qui n'est que vraisemblable, et c'est ce qui doit rendre respectable (à nos yeux de scientifiques) l'exigence de certitude qui meut ceux-ci depuis Descartes. Mais la certitude, nul ne l'a captée. S'accommoder du simple vraisemblable n'est donc pas si fou qu'ils le disent.

12 Non-séparabilité et contrafactualité

84 (Page 162.) La présentation du problème qui est ici adoptée est en substance celle proposée par C.G. Hempel in *The Validation of Scientific Theories*, P. Frank éd., Boston, 1956, bien que la solution ici proposée ne soit pas celle que favorise l'option modérément opérationaliste de cet auteur.

85 (Page 163.) À dessein la définition est exagérément simplifiée relativement aux détails quantitatifs n'entrant pas en jeu dans la discussion qui va suivre. En particulier, il va de soi qu'un objet peut être magnétique à certains instants et pas à d'autres.

86 (Page 165.) En physique quantique l'objection est plus pertinente encore : en toute rigueur un attribut y est définissable par une infinité de types de mesures tous essentiellement différents (H. Stein, *Paradigms and Paradoxes*, vol. 5, University of Pittsburgh, 1972) et la méthode demanderait en principe qu'on les énonçât tous !

87 (Page 166.) In *Éléments d'épistémologie*, Albin Michel, Paris.

88 (Page 170.) Voir note 57 en page 231.

89 (Page 173.) Carnap, Hempel et les autres épistémologues de tendances similaires ont bien considéré le cas de « termes de disposition » ayant une certaine dépendance par rapport au temps. Ainsi, par exemple, un objet peut être magnétique à certains instants et non magnétique à d'autres instants. Le concept de « définition partielle » introduit par ces auteurs est pleinement applicable à des dispositions ainsi dépendantes du temps. Cependant, dans le cas ici étudié, l'on voit se manifester une circonstance particulière, qui est que les conditions *P'x* sont constituées par un événement susceptible d'être séparé, par un intervalle d'espace-temps du « genre espace », de l'événement : « L'objet considéré a la propriété *Qx* définie par le terme de disposition. » La possibilité qu'une telle circonstance ait à être prise en considération ne semble pas avoir été discutée par les épistémologues dont il s'agit. Elle a pour conséquence (par le jeu de la coexistence de plusieurs définitions partielles d'une même propriété, jeu étudié dans la section A) l'apparition de « lois particulières » qui sont ici de caractère non local. Pour que les inégalités de Bell puissent être violées, il faut alors que de telles « lois » soient irréductibles à des *effets* de *causes* locales (telles que corrélations établies à la source). C'est une idée de ce genre que traduit l'expression de « Tout indivisible » ici employée.

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

90 (Page 173.) Inexistence d'une frontière nette, voir chapitre 11.
91 (Page 175.) La preuve en question est présentée dans les pages 36 à 39 (on se souvient que le mot « propriété » se traduit par « aptitude » dans l'exemple utilisé au chapitre 4).
92 (Page 175.) Voir page 173.

13 Regards

93 (Page 183.) Sera-ce par exemple celui constitué par les toiles dont l'art est de dépouillement sans limite et dont la nudité (un rectangle tout blanc, ou tout noir, ou tout gris) imite et extrapole l'austérité d'un théorème ? Ou – au nom même du nouveau – n'en viendra-t-on pas à s'apercevoir que, dans ce cas précis, le modèle, dans lequel le dépouillement est aussi nécessaire que difficile, est d'une beauté bien supérieure à celle de l'image, où ce même dépouillement est en définitive réalisé aussi aisément, semble-t-il, qu'arbitrairement ?
94 (Page 194.) Il va de soi que les plaisirs de la vanité et de l'action (gloire, « grosse situation », responsabilités, etc.) sont bien effectivement des plaisirs.
95 (Page 195.) Le dévouement est un bien si et seulement si son objet en est un. Dans la conception hédoniste le dévouement au bien-être matériel et spirituel de nos semblables est donc un bien. Dans la conception qui identifie le bien à l'obéissance à tel ou tel commandement le dévouement à une cause est un bien si la cause est conforme à ces commandements. La notion de dévouement ne peut donc constituer elle-même le fondement d'une définition du bien.

Appendice I

96 (Page 208.) On peut noter qu'il est, en revanche, possible de se passer de l'hypothèse additionnelle (utilisée ci-dessus) d'une équiprobabilité des deux directions de propagation. Il suffit pour cela de remplacer l'expression « nombre de réponses doublement positives » par l'expression « nombre des réponses soit doublement positives, soit doublement négatives » dans l'énoncé du résultat.

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE CONCERNANT LES INÉGALITÉS DE BELL

1. J.S. Bell, *Physics*, 1, 195 (1964).
2. J.F. Clauser, M.A. Horne, A. Shimony et R.A. Holt, *Phys. Rev. Letters 23*, 880 (1969).
3. *Foundations of Quantum Mechanics*, Comptes rendus de l'Institut international Enrico Fermi, Varenne (Italie), Cours 49, été 1970, B. d'Espagnat éd., Academic Press, New York, 1971.
4. J.F. Clauser et M.A. Horne, *Phys. Rev. D10*, 526 (1974). E. Wigner, *Am. Journal Phys., 38*, 1005 (1970).
5. M. Lamehi-Rachti et W. Mittig, *Rapport du Département de Physique Nucléaire*, Saclay, 1974, et *Phys. Rev. D14*, 2543 (1976).
6. M. Lamehi-Rachti, *Thèse de doctorat d'État*, université de Paris XI, 1976.
7. H.P. Stapp, *Nuovo Cimento 40B*, 191, (1977).
8. J.F. Clauser et A. Shimony, *Reports on Progress in Physics 41,* 1881 (1978).
9. B. d'Espagnat, *Quantum logic and nonseparability* dans The Physicist's Conception of Nature, Reidel, Dordrecht, 1973 ; *Phys. Rev. D11*, 1424 (1975) et *D18*, 349 (1978) ; *Lettres épistémologiques 22*, 1 (1979) (ad. CP 1081, Bienne, Suisse) ; *Pour la Science 27, 72* (janvier 1980). *Foundations of Physics* (avril 1981).
10. A. Aspect, P. Grangier et G. Roger, *Phys. Rev. Letters 49*, 91 (1982) ; A. Aspect, J. Dalibard et G. Roger, *Phys. Rev. Letters 49*, 1804 (1982).

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Index

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

R

S

T

V

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

W

Y